

MODELAGEM COMPUTACIONAL DA INFLUÊNCIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA NA BAÍA DE VITÓRIA – UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENQUADRAMENTO

Jeanne Cristine Schmidt Saldanha¹ & Daniel Rigo²

RESUMO As costas e os estuários são ambientes nos quais os impactos humanos têm causado uma grande variedade de mudanças. Dentre os principais impactos, está a utilização cada vez mais intensa e descontrolada dos recursos hídricos, que vêm resultando em diversos conflitos de qualidade e quantidade de água. Para que ações de controle e monitoramento possam ser adotadas com eficácia, visando atenuar os danos provocados por tais práticas, faz-se necessário um bom conhecimento sobre os padrões de circulação dos corpos d'água em questão, bem como a sua correlação com a qualidade das águas, o que traduz o objetivo deste trabalho. Para tanto, implementou-se o modelo computacional SisBAHiA na região que compreende o trecho final do rio Santa Maria e a Baía de Vitória. Depois do modelo calibrado, associaram-se às características hidrodinâmicas da região aspectos ligados à qualidade de suas águas, realizando-se simulações de transporte de constituintes, fazendo uso de diversos cenários de vazão do rio e marés. Pretende-se que os resultados obtidos contribuam para o processo de enquadramento da Baía de Vitória, além de fornecerem informações que auxiliem nas tomadas de decisões e no gerenciamento costeiro da região de estudo.

ABSTRACT Coasts and estuaries are environments in which human impact has caused a variety of changes. Among the main kinds of impact is the increasing use of water resources, which has resulted in several quality and quantity of water conflicts. In order for the control and monitoring actions to be effectively adopted, aiming at lessening the damage caused by these practices, one should understand the movement pattern of the relevant bodies of water as well as their correlation with water quality. This is the purpose of this paper. To do so, the computer model SisBaHia was implemented to the region comprising the final section of the Santa Maria da Vitória River and Vitória Bay. After the model was calibrated, the hydrodynamic characteristics of the region were associated to aspects related to water quality by performing component transport simulations, by using several river and tide scenarios. It is intended that the obtained results contribute to the process of classification of Vitória Bay. Results should also provide data to help make decisions and coastal management of the studied region.

Palavras-chave: Enquadramento, Baía de Vitória, modelagem computacional.

1) Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Mestre em Engenharia Ambiental (UFES)-email: jeannesaldanha@hotmail.com.

2) Engenheiro Civil (UFES). Mestre em Recursos Hídricos (COPPE/UFRJ). Doutor em Engenharia Oceânica (COPPE/UFRJ). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (UFES)- email: rigo@npd.ufes.br.

Endereço(*): DEA-CT/UFES Caixa Postal 01-9011 CEP: 29060-970 Vitória ES - Brasil - Tel: (27) 4009-2159.

INTRODUÇÃO

As costas e os estuários são ambientes nos quais os impactos humanos têm causado uma grande variedade de mudanças. Dentre os principais impactos, está a utilização cada vez mais intensa e descontrolada dos recursos hídricos, que vêm resultando em diversos conflitos de qualidade e quantidade de água. Com isso, torna-se necessário o desenvolvimento e aprimoramento de métodos e técnicas para realização do enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, conforme preconiza a Resolução CONAMA nº. 357/2005.

A questão da conservação e preservação das regiões estuarinas e costeiras faz parte das diretrizes gerais de ação da Lei nº. 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em que o inciso VI do Art. 3 diz claramente: “integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras”.

Porém, ao se realizar a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, devem ser consideradas as diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais de ambas as regiões.

Um dos fatores que dificultam a implantação da gestão de recursos hídricos nas zonas costeiras é o fato desta apresentar grande diversidade físico-ambiental associada à múltipla competência e à ausência de articulações entre as diversas entidades gestoras e intervenientes, bem como, a ampla gama de órgãos responsáveis pelo gerenciamento costeiro no Brasil (Rosso, 2005).

A importância do presente estudo é ressaltada pela necessidade de um efetivo gerenciamento costeiro da Baía de Vitória. Pretende-se avaliar a influência da vazão aportada pelo rio Santa Maria da Vitória na qualidade das águas da baía, através do emprego da modelagem computacional. Por se tratar de uma região turística, com atividades de pesca e de sustentabilidade para comunidades locais, além de apresentar-se como abrigo para diversos ecossistemas com elevada importância ambiental, a boa qualidade destas águas deve ser mantida, e os resultados deste estudo poderão ser utilizados para embasar atividades de gestão e políticas públicas que promovam articulações entre as políticas de recursos hídricos e de gerenciamento costeiro.

A modelagem computacional tem se tornado uma poderosa ferramenta de auxílio no gerenciamento dos corpos d'água costeiros, permitindo determinar os principais impactos gerados por lançamentos de solutos sobre a qualidade da água, além de determinar a trajetória percorrida pelo soluto. Pode também, através da análise de cenários, auxiliar no desenvolvimento e aprimoramento de

métodos e técnicas para realização do enquadramento do corpo de água estuarino, segundo seus usos preponderantes.

Portanto, o presente trabalho visa contribuir para o enriquecimento dos conhecimentos sobre o comportamento hidrodinâmico da Baía de Vitória, bem como da sua qualidade de água, quanto considerada a influência das águas advindas do Rio Santa Maria da Vitória, como contribuição ao processo de enquadramento do ambiente estuarino, com a apresentação de vários cenários de modelagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área modelada

O domínio modelado compreende uma região bastante heterogênea, com dimensões e profundidades bastante variáveis dos corpos d'água. A região conta com canais estreitos na região do manguezal e na desembocadura do rio Santa Maria, mas a maior parte do domínio é a própria Baía de Vitória.

A região da Baía de Vitória (Figura 1) compreende desde a desembocadura do Rio Santa Maria da Vitória até a Baía do Espírito Santo, contendo o Porto de Vitória e seu canal de acesso. Interliga-se com o Canal da Passagem e com a Baía do Espírito Santo, perfazendo o contorno da Ilha de Vitória. O Canal da Passagem liga a Baía do Espírito Santo à porção norte da Baía de Vitória, recebendo a influência da maré em suas duas extremidades.

A Baía de Vitória tem grande importância econômica para região, pois apresenta suas águas requeridas para diversos usos, dentre os quais podemos destacar navegação comercial e recreativa, diluição de efluentes domésticos e industriais, pesca de subsistência e lazer, prática de esportes náuticos, natação e paisagismo.

Dentro deste contexto, admite-se que usos tão conflitantes instalados em um mesmo corpo d'água, cujo comportamento é controlado principalmente pela maré e pela vazão afluente do rio Santa Maria da Vitória, requerem um conhecimento mínimo da hidrodinâmica deste sistema, bem como sua correlação com a qualidade das águas.

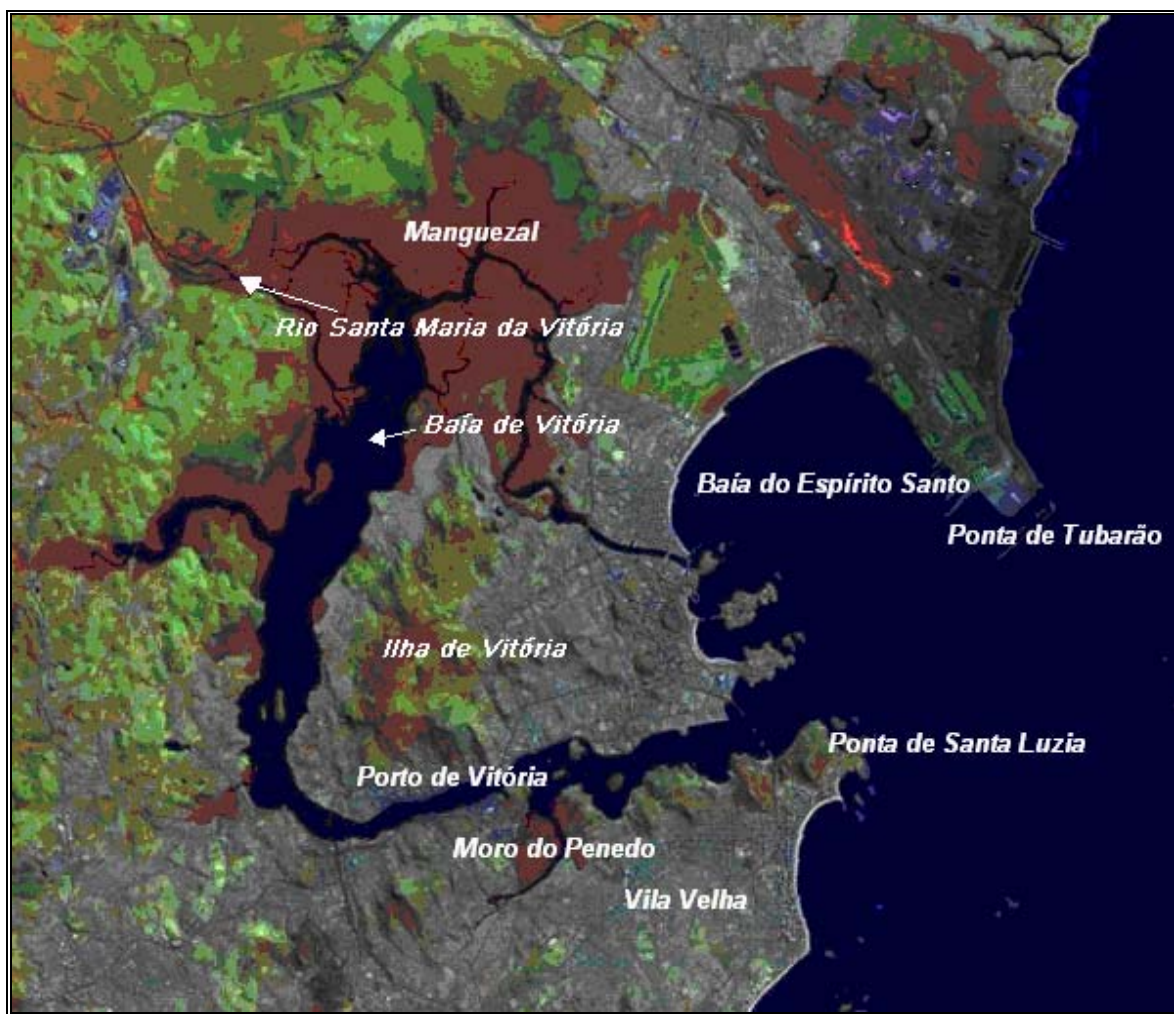


Figura 1: Imagem de satélite LANDSAT TM da região de estudo.

MODELO HIDRODINÂMICO

Para representar o domínio modelado, confeccionou-se uma malha em elementos finitos com células quadrangulares de comprimentos irregulares, a qual respeita os contornos limites da região a ser estudada, totalizando 456 elementos quadráticos e 2246 nós (Figura 2). Para a modelagem hidrodinâmica foi empregado o módulo 2DH do SisBaHiA (Rosman, 2000).

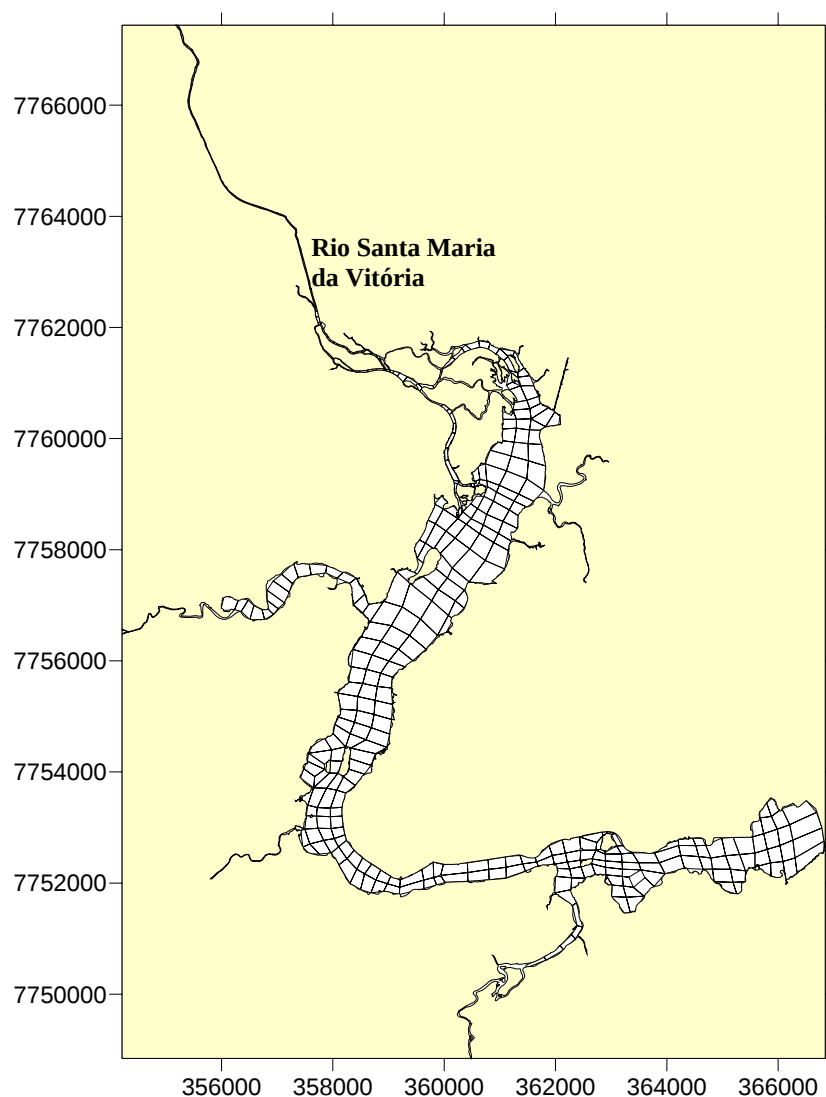


Figura 2: Malha de discretização do Rio Santa Maria da Vitória e da Baía de Vitória, em coordenadas UTM.

Os dados batimétricos utilizados na simulação da região de acesso ao Porto de Vitória foram obtidos a partir da carta náutica nº 1.401 (Portos de Vitória e Tubarão), digitalizados e corrigidos para o nível médio, enquanto que, a configuração de fundo da Baía de Vitória a partir da zona não hidrografada foi obtida de levantamentos realizado pelo GEARH (Grupo de Estudos e Ações em Recursos Hídricos – UFES).

Na abordagem representada neste estudo não foram consideradas as áreas alagáveis referentes aos manguezais, sendo utilizada como condição de contorno terrestre a impermeabilidade da fronteira de terra e o afluxo do rio Santa Maria da Vitória, cuja vazão média correspondente a $15,70 \text{ m}^3/\text{s}$. Para

os demais rios que deságuam na Baía de Vitória não foi considerado nenhum tipo de afluxo, pois apresentam pequena contribuição quando comparados com a do rio Santa Maria (Rigo, 2004).

Como condição de contorno na fronteira aberta representada pela letra A (Figura 3), utilizou-se a maré medida através de um marégrafo instalado no Porto de Tubarão. Na fronteira aberta indicada pela letra B (Figura 3), localizada na entrada do Canal da Passagem, considerou-se a variação da elevação do nível d'água medida na estação de monitoramento de Caieiras. No entanto, considerou-se uma defasagem de 0,25 horas (defasagem da maré entre a estação maregráfica de Caieiras e a entrada do Canal da Passagem).

A condição de contorno representada pela letra C (Figura 3) corresponde ao rio Santa Maria da Vitória, único afluente representado no modelo, ao qual foi fornecida uma vazão constante para cada cenário estudado.

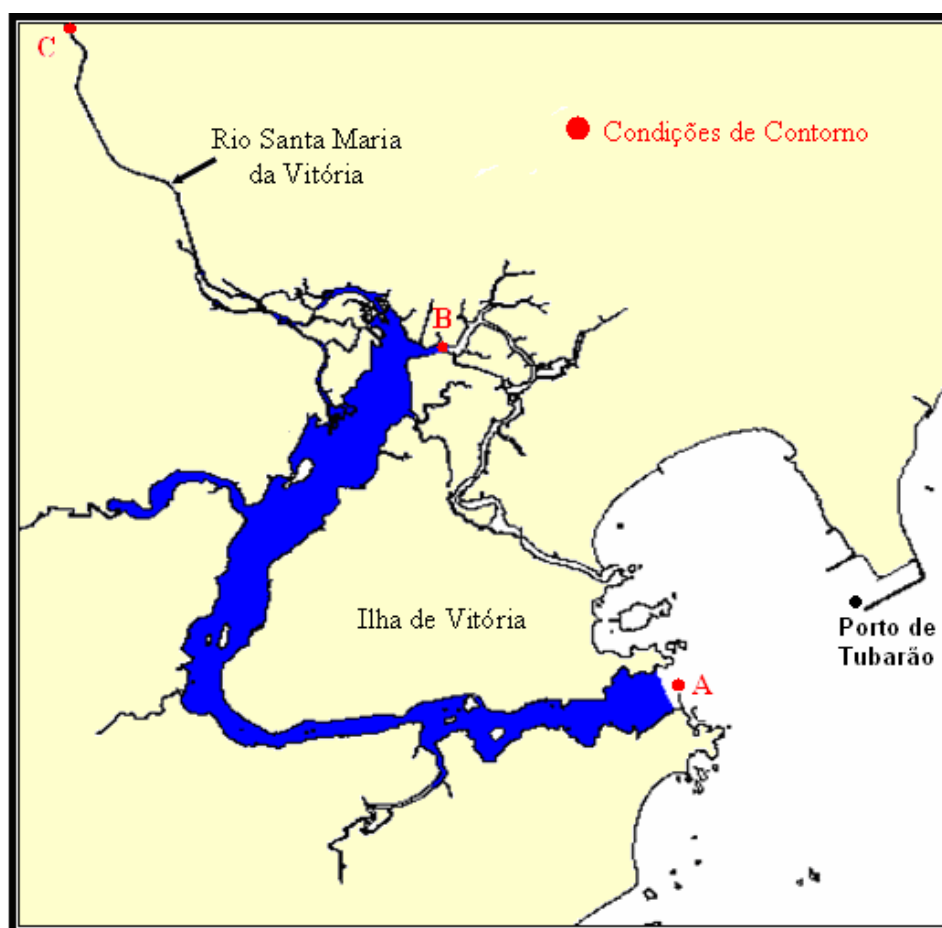


Figura 3: Condições de Contorno implementadas no modelo hidrodinâmico.

Após a escolha das condições iniciais e de contorno, iniciou-se a etapa de calibração do modelo, onde foram realizadas diferentes simulações, de modo a testar a capacidade do modelo na reprodução da circulação local. Os dados de elevação, direção e velocidade de correntes calculados pelo modelo foram comparados aos dados obtidos em campo para diferentes estações localizadas ao longo da baía, e as diferenças encontradas foram consideradas de pouca relevância para os objetivos do estudo (Saldanha, 2007).

MODELO DE TRANSPORTE

Depois de implementado o modelo hidrodinâmico, buscou-se associar às características hidrodinâmicas da região aspectos ligados à qualidade de suas águas, como capacidade de dispersão, diluição e transporte, realizando-se simulações envolvendo o lançamento de constituintes.

Foram realizadas várias simulações hidrodinâmicas fazendo uso de diversos cenários que abrangem condições variadas de vazão afluente do Rio Santa Maria da Vitória, associadas a diferentes condições de maré, objetivando analisar a influência da vazão do Rio Santa Maria da Vitória, em termos de qualidade e quantidade, no comportamento da intrusão salina e na qualidade das águas da Baía de Vitória.

Para a simulação do lançamento de constituintes utilizou-se o modelo euleriano de transporte do SisBaHiA, avaliando-se quatro cenários:

Cenário 1: maré de quadratura associada à vazão fluvial de cheia.

Cenário 2: maré de sizígia associada à vazão fluvial de cheia.

Cenário 3: maré de quadratura associada à vazão fluvial de estiagem.

Cenário 4: maré de sizígia associada à vazão fluvial de estiagem.

Foram simulados no modelo hidrodinâmico e no modelo de transporte euleriano um intervalo de 46 dias, a fim de representar períodos que englobam marés de sizígia e quadratura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

INTRUSÃO SALINA NO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

As várias simulações hidrodinâmicas que foram realizadas fazendo uso dos diversos cenários mencionados permitem identificar os limites da intrusão salina no Rio Santa Maria da Vitória.

Para a simulação da intrusão salina foi considerada salinidade 35 (Escala Prática de Salinidade) na entrada da Baía de Vitória e salinidade 10 no Canal da Passagem.

Com os resultados da modelagem do transporte de sal, em cada um dos cenários foram identificados os instantes em que a frente de sal se encontrava mais avançada dentro do estuário.

Cenário 1 – (maré de quadratura associada a vazão fluvial de cheia).

A Figura 04 apresenta a distribuição espacial de salinidade no instante de tempo em que a intrusão salina na estação 5 é máxima. O instante de tempo utilizado para a análise deste cenário refere-se ao horário em que foi atingida uma estofa de preamar. Neste cenário não ocorre entrada de sal significativa no rio Santa Maria da Vitória devido à forte vazão fluvial.

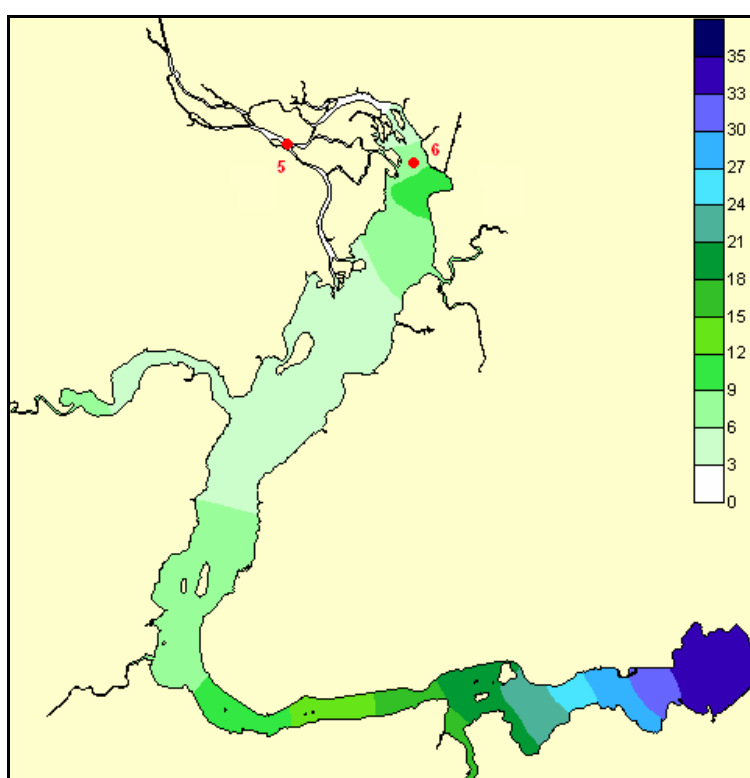


Figura 04: Distribuição de Salinidade obtida no Cenário 1 no instante $t = 632,0$ h.

A salinidade máxima encontrada na estação 5 para este cenário foi de 0,008, o que caracteriza água doce. No entanto, na estação 6, localizada próximo à desembocadura do Rio Santa Maria da Vitória pode ser observada salinidade de 8, o que caracteriza água salobra (CONAMA 357/2005).

A figura 05 permite classificar as águas da Baía de Vitória e do Rio Santa Maria da Vitória de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005, quanto à sua salinidade. O horário analisado para obter esta classificação é o mesmo utilizado na análise da intrusão salina do Cenário 1.

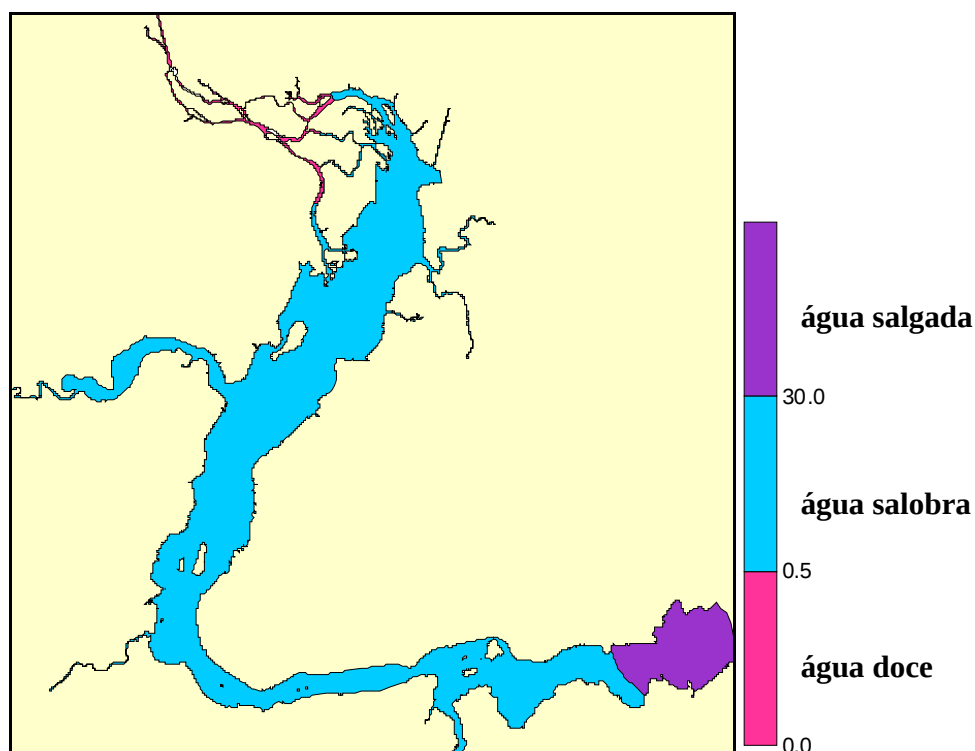


Figura 05: Classificação das águas do Cenário 1 de acordo com a Resolução CONAMA.

Cenário 2 - (maré de sizígia com vazões fluviais de cheia).

Neste cenário, também não ocorre entrada de sal significativa no Rio Santa Maria da Vitória. No entanto, quando comparada com o cenário anterior, a salinidade máxima na estação 5 aumentou de 0,008 para 0,07, enquanto que, para a estação 6, este valor passou de 8,0 para 8,9.

Como era de se esperar, uma maior penetração de sal é verificada para este cenário (maré de sizígia) quando comparado ao cenário anterior (maré de quadratura), considerando as mesmas condições de vazão afluente do Rio Santa Maria da Vitória.

A figura 06 permite classificar as águas da Baía de Vitória e do Rio Santa Maria da Vitória de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005, quanto à sua salinidade. O instante de tempo utilizado para a análise deste cenário, refere-se ao horário em que foi atingida a maior intrusão salina na estação 5 durante a maré de sizígia.

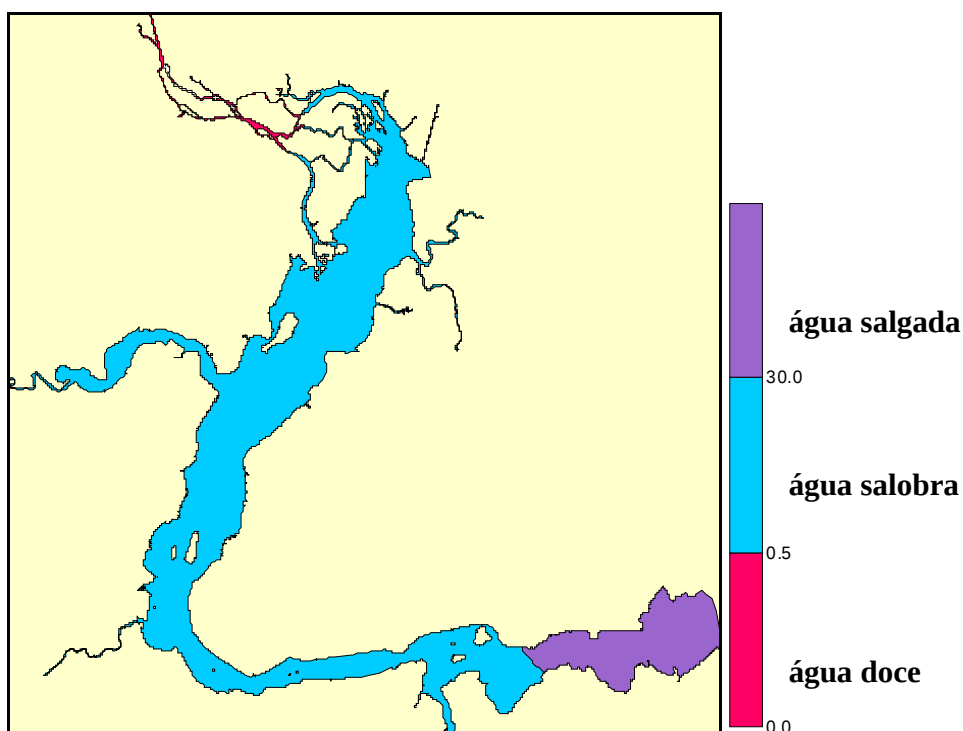


Figura 06: Classificação das águas do Cenário 2 de acordo com a Resolução CONAMA.

Cenário 3 - (maré de quadratura com vazões fluviais de estiagem).

A Figura 07 apresenta a distribuição espacial de salinidade no instante de tempo em que a intrusão salina na estação 4 é máxima. O instante de tempo utilizado para a análise do Cenário 3, refere-se ao horário em que foi atingida uma estofa de preamar.

Para este cenário, devido à baixa vazão fluvial, é possível verificar concentração de sal significativa na estação 5, localizada no Rio Santa Maria da Vitória. A salinidade máxima encontrada na estação 4 para este cenário foi de 0,0018, o que caracteriza água doce. No entanto, na estação 5, localizada no Rio Santa Maria da Vitória pode ser observada salinidade de 1,7, o que caracteriza água salobra (CONAMA, 357/2005).

Cabe ainda ressaltar que, quando considerados os cenários que utilizavam vazão fluvial de cheia, a salinidade máxima encontrada na estação 5 não ultrapassa o limite máximo que classifica a água como doce. Para este cenário, que utiliza vazão fluvial de estiagem, é possível verificar a existência de água salobra para a esta estação.

A figura 08 permite classificar as águas da Baía de Vitória e do Rio Santa Maria da Vitória de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005, quanto à sua salinidade.

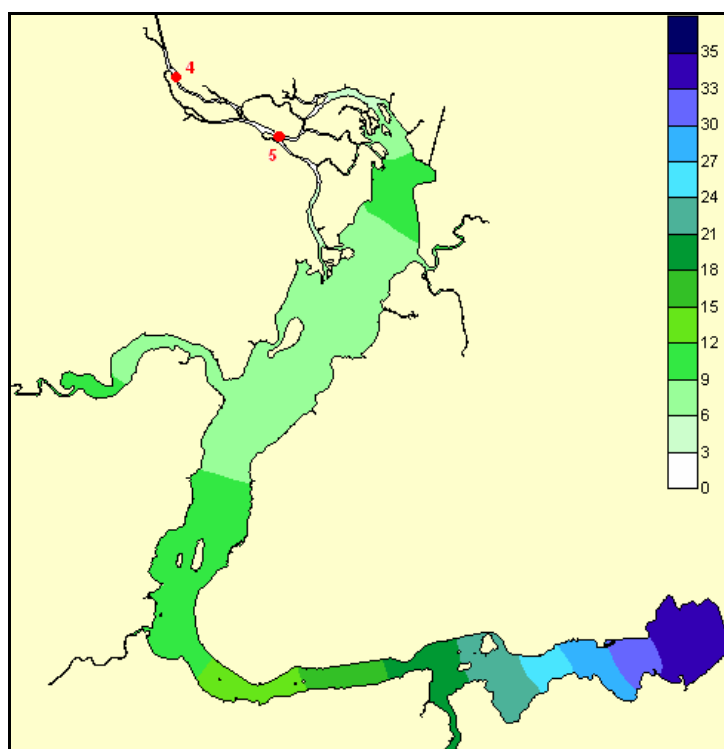


Figura 07: Distribuição de Salinidade obtida no Cenário 3 no instante $t = 656,6$ h.

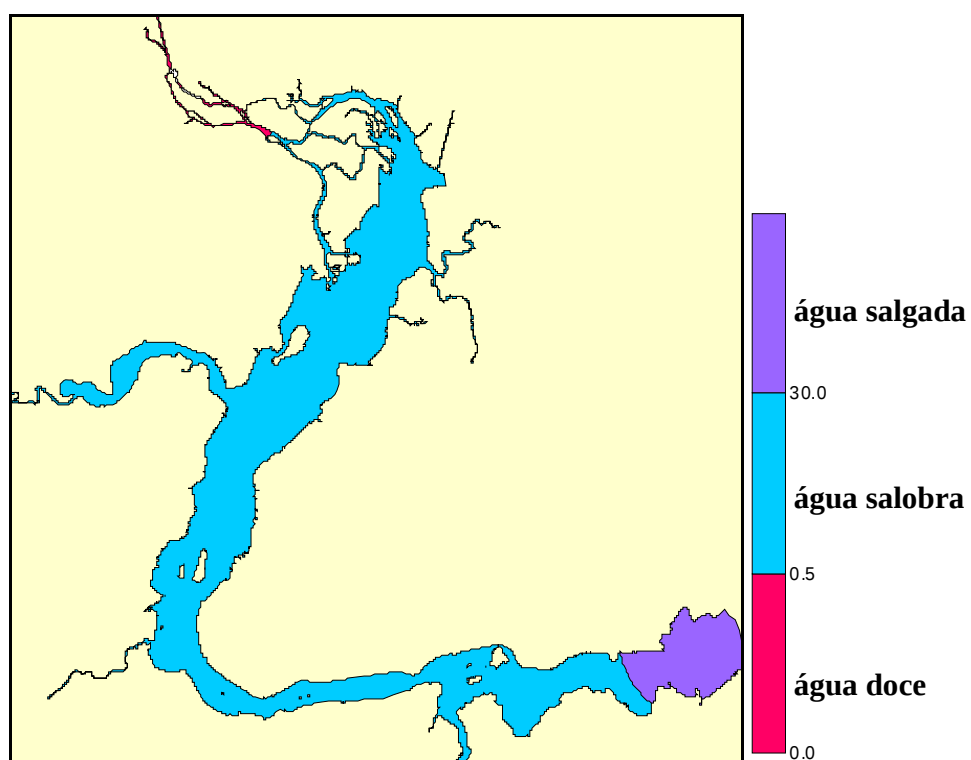


Figura 08: Classificação das águas do Cenário 3 de acordo com a Resolução CONAMA.

Cenário 4 - (maré de sizígia com vazões fluviais de estiagem).

Neste cenário, devido à baixa vazão fluvial e uma maior influência da maré, verifica-se a existência de água salobra na estação 5.

Quando comparada com o cenário anterior, a salinidade máxima na estação 4 aumentou de 0,0018 para 0,065, enquanto que, para a estação 5, este valor passou de 1,7 para 3,1. Dentre os cenários analisados, este foi o que apresentou uma maior penetração de sal no rio Santa Maria da Vitória.

A figura 09 permite classificar as águas da Baía de Vitória e do Rio Santa Maria da Vitória de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005, quanto à sua salinidade. O instante de tempo utilizado para a análise deste cenário refere-se ao horário em que foi atingida a maior intrusão salina na estação 4 durante a maré de sizígia.

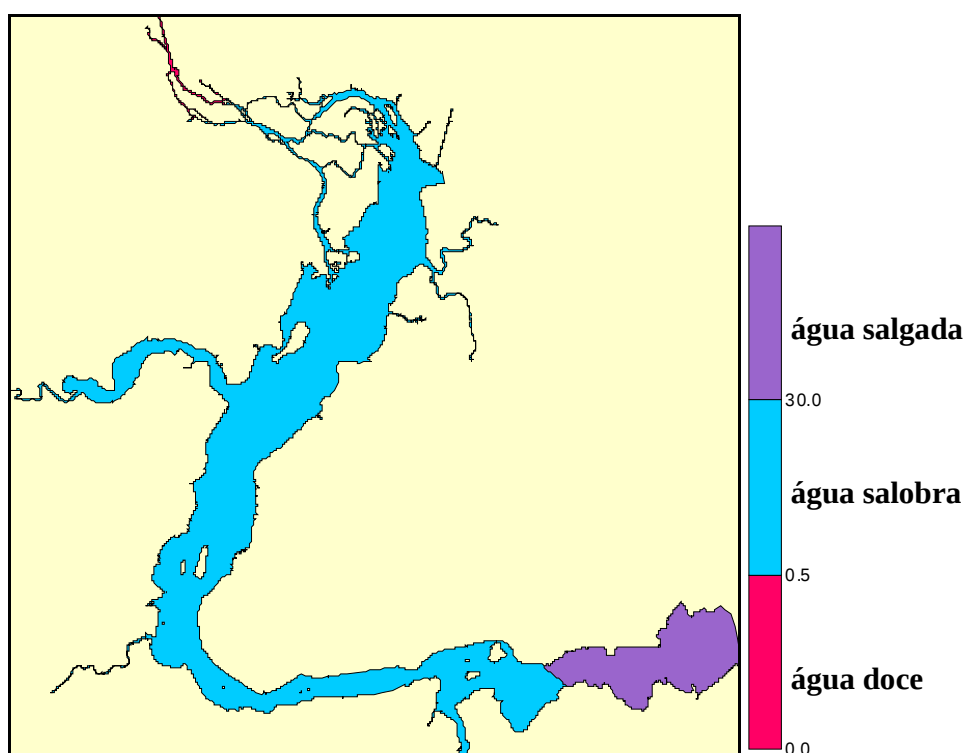


Figura 09: Classificação das águas do Cenário 4 de acordo com a Resolução CONAMA.

Depois de realizada a análise dos diversos cenários observa-se, como era de se esperar, que as maiores salinidades localizam-se próximas à entrada da baía e as salinidades mais baixas encontram-se na parte interior da baía, onde desemboca o rio Santa Maria da Vitória.

Comparando-se o Cenário 1 (maré de quadratura com vazão fluvial de cheia) com o Cenário 4 (maré de sizígia com vazão fluvial de estiagem), isto é, cenários que apresentam a menor e a maior

intrusão salina, respectivamente, verifica-se que a vazão fluvial do rio associada as condições de maré determinam o limite da intrusão salina no rio Santa Maria da Vitória.

No entanto, ao compararem-se as figuras que permitem classificar as águas da Baía de Vitória e do Rio Santa Maria da Vitória quanto à sua concentração de sal, verifica-se que as águas da baía apresentam, para todos os cenários simulados, concentração referente à água doce apenas no rio Santa Maria da Vitória, água salobra desde sua desembocadura até o canal de acesso ao Porto de Vitória e água salgada apenas na entrada da Baía de Vitória, onde ocorre influência direta das águas oceânicas.

O acréscimo dos valores de salinidade em direção à foz do Rio Santa Maria mostram a crescente influência da intrusão salina.

Como já citado anteriormente, as simulações cujos cenários visam analisar o limite da intrusão salina no estuário fizeram uso de salinidade 35 na entrada da Baía de Vitória e salinidade 10 no Canal da Passagem. No entanto, pode ocorrer uma variação deste parâmetro na entrada do Canal da Passagem ao considerarmos as diferentes condições hidrodinâmicas existentes.

Buscou-se então, variar a salinidade na entrada do Canal da Passagem, para avaliar a real influência de suas águas na intrusão salina do rio Santa Maria da Vitória.

As figuras 10 e 11 apresentam simulações da intrusão salina que fizeram uso de salinidade de 10 e de 20 na entrada do Canal da Passagem, respectivamente. Para tanto, utilizou-se as condições hidrodinâmicas do Cenário 4 (maré de sizígia com vazão fluvial de estiagem), de modo a representar a maior intrusão de sal nas águas da baía.

A figura 12 permite classificar o cenário gerado com salinidade de 20 na entrada do Canal da Passagem de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005, quanto à sua concentração de sal.

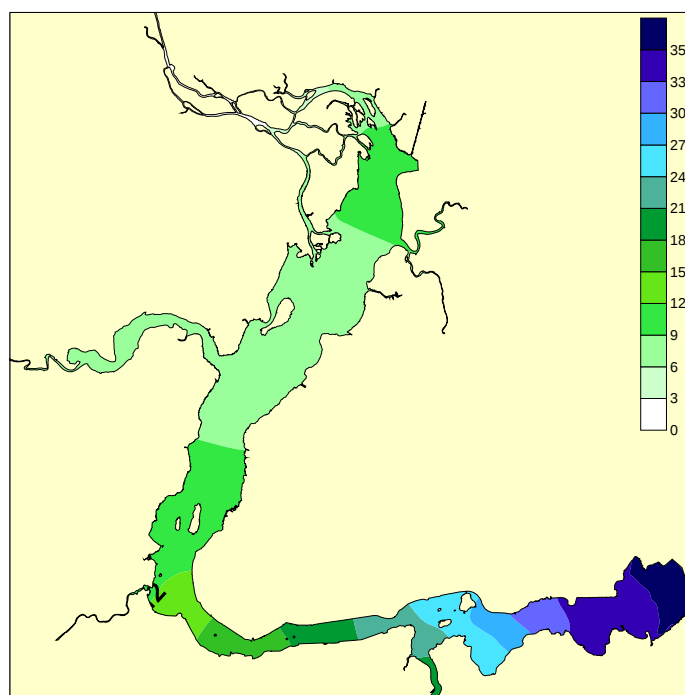


Figura 10: Distribuição da salinidade no Cenário 4 no instante de tempo $t = 906,5$ h. Salinidade no Canal da Passagem de 10.

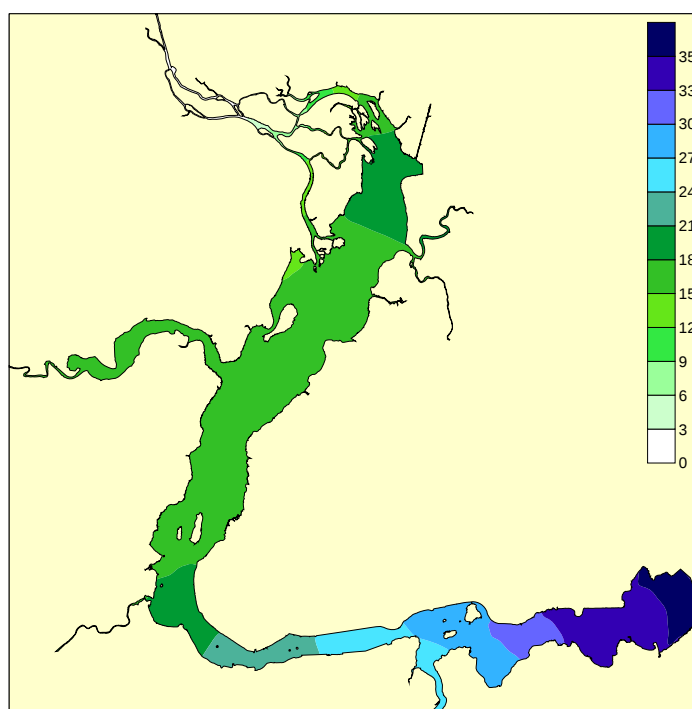


Figura 11: Distribuição da salinidade no Cenário 4 no instante de tempo $t = 906,5$ h. Salinidade no Canal da Passagem de 20.

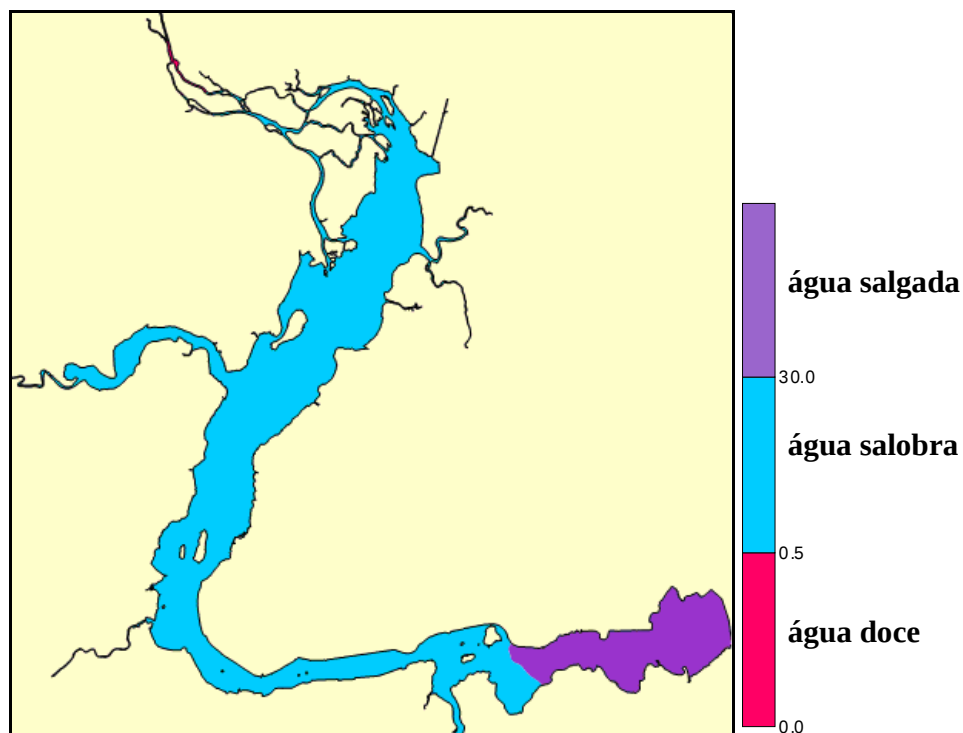


Figura 12: Classificação das águas do Cenário 4 de acordo com a Resolução CONAMA.

Comparando os resultados das simulações obtidas considerando salinidade de 10 e 20 na entrada do Canal da Passagem, observa-se que a águas advindas do Canal da Passagem exercem uma considerável influência sobre as águas da Baía de Vitória. No entanto, as águas provenientes do Canal da Passagem pouco ou nada influenciam no limite da intrusão salina no Rio Santa Maria da Vitória, mostrando mudanças quase que insignificantes na pluma do Rio Santa Maria da Vitória.

Comparando as figuras que classificam as águas de acordo com a salinidade, utilizando 10 e 20 na entrada do Canal da Passagem, figura 09 e 12, respectivamente, observa-se que há um aumento da salinidade no interior do estuário à medida que aumenta a salinidade na entrada do Canal da Passagem, mas não se encontram mudanças relevantes na classificação das águas, uma vez que a água salobra é encontrada até a região da foz do rio Santa Maria da Vitória.

LANÇAMENTO DE COLIFORMES NO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

Visando embasar atividades de gestão e políticas públicas que visem garantir a boa qualidade das águas, buscou-se simular o lançamento de um constituinte não conservativo (coliformes termotolerantes) e avaliar a influência deste lançamento nas águas da Baía de Vitória. O lançamento de coliformes se deu a partir da condição de contorno do rio Santa Maria da Vitória.

Foram lançadas diferentes concentrações na tentativa de conhecer a concentração máxima que poderia ser lançada sem comprometer as águas da Baía de Vitória, considerando-se os limites de enquadramento prescritos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Foram simulados lançamentos com concentrações de 50.000, 10.000 e 4.000 NMP/100 ml, visando classificar as águas da região de estudo em classes de uso preponderante, de acordo com o parâmetro coliformes termotolerantes, indicador de qualidade previsto na legislação.

Tabela 01: Valores do parâmetro coliformes termotolerantes, segundo as classes da resolução CONAMA 357/2005.

Coliformes Termotolerantes			
CONAMA 357/2005	Água doce	Água salobra	Água salgada
Classe 01	<200	<1000	<1000
Classe 02	<1000	<2500	<2500
Classe 03	<4000	<4000	<4000

As simulações hidrodinâmicas fizeram uso de cenários que abrangem as condições mais desfavoráveis quanto à qualidade de água, ou seja, maré de quadratura associada à vazão afluente de estiagem para o Rio Santa Maria da Vitória.

Para esta simulação de coliformes foi considerada contribuição somente do rio Santa Maria da Vitória, ou seja, concentração nula no Canal da Passagem, uma vez que o objetivo deste trabalho é avaliar a influência somente do rio Santa Maria na Baía de Vitória.

O cenário que contempla lançamento de coliformes na concentração de 50.000 NMP/100ml (Figura 13) permite obter concentrações, para a água doce da região onde está localizada a estação 4, compatíveis com as estabelecidas na Classe 2, enquanto que, a água salobra da região da desembocadura do rio Santa Maria da Vitória apresenta valores correspondentes à Classe 1.

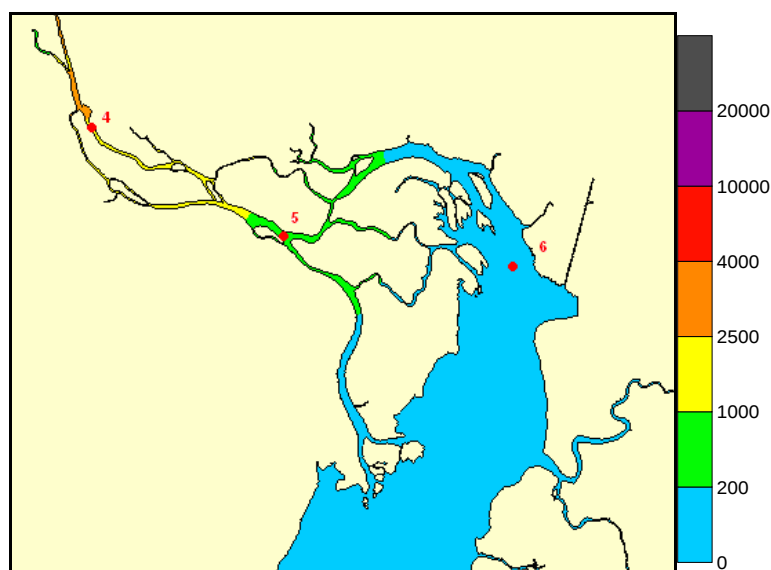


Figura 13: Concentração (NMP/100ml) de coliformes obtidas com o lançamento realizado com concentração de 50.000 NMP/100ml, no instante de tempo $t = 675,33$ h.



Figura 14: Concentração (NMP/100ml) de coliformes obtidas com o lançamento realizado com concentração de 10.000 NMP/100ml, no instante de tempo $t = 675,33$ h.

De acordo com o cenário que contempla lançamento de coliformes na concentração de 10.000 NMP/100ml, a água doce encontrada na região onde está localizada a estação 4, excederia o limite máximo permitido para que essa região ser considerada como Classe 1. No entanto, a água salobra da região onde localiza-se a estação 5 apresenta valores equivalentes aos da Classe 1.

Como era esperado, é visível a redução da influência deste lançamento na qualidade das águas do rio Santa Maria quando comparada à simulação anterior (Figura 13).

As concentrações encontradas nesta simulação para o trecho final do rio e para a região da sua desembocadura satisfariam os padrões de enquadramento aceitos na resolução em vigor, a qual determina que as águas doces sejam consideradas Classe 2 e as águas salinas e salobras Classe 1, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos.



Figura 15: Concentração (NMP/100ml) de coliformes obtidas com o lançamento realizado com concentração de 4.000 NMP/100ml, no instante de tempo $t = 675,33$ h.

Na simulação do lançamento de coliformes com concentração de 4000 NMP/100ml, tanto a água doce da região onde está situada a estação 4 como a água salobra encontrada nas estações 5 e 6, apresentam valores equivalentes à Classe 1.

De acordo com a figura 15, lançamentos de coliformes com concentração igual ou inferior a 4000 NMP/100ml permitem obter concentrações, para a água da região onde está localizada a estação 4, compatíveis com as estabelecidas na Classe 1.

Os maiores valores encontrados no rio Santa Maria da Vitória podem ser explicados pela menor interação com as águas do estuário. O fato da região da desembocadura do rio apresentar valores equivalentes aos da Classe 1 em todas as simulações evidencia a diluição das águas do rio nas águas da baía.

De modo geral, os valores encontrados mostram que qualidade da água na região do estuário é influenciada pelos lançamentos realizados na região da zona baixa do Rio Santa Maria.

Cabe ressaltar que a região de estudo engloba áreas de manguezais situados ao longo do rio Santa Maria da Vitória, do Canal da Passagem e ao norte da Baía de Vitória, consideradas áreas de preservação permanente com restrições de usos, o que deverá ser levado em consideração, juntamente com os demais usos pretendidos, quando da discussão do enquadramento das águas da região. Assim, além de resultados computacionais consistentes, verifica-se a necessidade de que estes resultados sejam superpostos a estudos que contemplem a análise multidisciplinar dos usos preponderantes da região, para que se efetive o enquadramento das águas da região.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentados resultados de simulações que envolvem o transporte de constituintes. A partir da análise de cenários visando analisar a influência da vazão do rio no comportamento da intrusão salina, e também a qualidade das águas na região depois de realizado o lançamento de um constituinte não conservativo, puderam-se obter conclusões importantes para embasar atividades de gestão e políticas públicas, contribuindo para o enquadramento das águas da Baía de Vitória.

É importante evidenciar que os resultados das simulações computacionais foram bastante satisfatórios e promissores, indicando que o modelo utilizado mostra-se útil na orientação de investigações futuras, e potencialmente poderoso para auxiliar a gestão do sistema estuarino.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos e Ações em Recursos Hídricos (GEARH) pelos dados disponibilizados, ao Fundo de Apoio à Ciência e Tecnologia (FACITEC) da Prefeitura Municipal de Vitória pela concessão de bolsa de estudos e à FINEP (Projeto DESÁGUA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMARAL, J. K., 2003, Estuário do rio Macaé: Modelagem Computacional como ferramenta para o Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- BRASIL. Decreto-lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 8 de janeiro de 1997.
- CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Estabelece a classificação de águas doces, salobras e salinas. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2005.
- RIGO, D., 2004, Análise do escoamento em Regiões Estuarinas com Manguezais – Medições e Modelagem na Baía de Vitória, ES, Dissertação de Doutorado em Engenharia Oceânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- ROSMAN, P. C. C., 2000, Referência Técnica do SisBAHIA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental. Relatório COPPETEC-PENO-565, 08/2000. COPPE/UFRJ.
- SALDANHA, J. C. S., 2007, Análise da Influência do Rio Santa Maria da Vitória na Baía de Vitória, através da Modelagem Computacional: Uma Contribuição ao Processo de Enquadramento, Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.