

II-369 - REAVALIAÇÃO DO ESTUDO DE DISPERSÃO DE EFLUENTES TRATADOS POR ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO MUNICIPAL, LANÇADOS EM REGIÃO ESTUARINA

Cristian Ricardo dos Santos⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Colaborador da Companhia Águas de Joinville.

Claudia Rocha⁽²⁾

Bióloga, Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2005). Gerente de Qualidade e Meio Ambiente da Companhia Águas de Joinville, Brasil.

Paulo Cesar Colonna Rosman⁽³⁾

Doutorado em Engenharia Costeira pelo *Massachusetts Institute of Technology*, Estados Unidos (1987). Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Luana Siewert Pretto⁽⁴⁾

Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (2016). Diretora Presidente da Companhia Águas de Joinville, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua Quinze de Novembro, 3950 - Glória - Joinville - SC - CEP: 89.216--202 - Brasil - Tel: (47) 2105-1600 - e-mail: cristian.santos@aguasdejoinville.com.br

RESUMO

A Companhia Águas de Joinville contratou um estudo de dispersão para avaliar o impacto do lançamento de efluentes do projeto de ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto do Bairro Espinheiros – ETE Espinheiros. O lançamento deverá ser realizado em região conhecida como canal do Varador, uma pequena porção da baía da Babitonga localizada no nordeste do estado de Santa Catarina local que já recebe efluente tratado da atual estação de tratamento em operação. O resultado do estudo não se mostrou favorável ao lançamento do efluente sendo necessário realizar uma reavaliação do trabalho apresentado.

A reavaliação foi realizada por equipe interna da CAJ capacitada pela Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos – COPPETEC – vinculada a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, na ferramenta de simulação, Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental – SisBaHiA.

Foram revisados os parâmetros de lançamento, cenários de simulação, modelagem hidrodinâmica, modelagem do campo próximo e modelagem de qualidade do estudo de dispersão.

Os resultados obtidos são apresentados em percentual (%) de ocorrência para três cenários distintos em diferentes estações do ano e as simulações foram realizadas para avaliar o comportamento dos parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total, observando-se a melhora nos resultados simulados devido principalmente a alteração realizada na parametrização da cinética do OD.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto tratado, lançamento efluente, dispersão, estuário.

INTRODUÇÃO

A Companhia Águas de Joinville, desde a sua criação, vem cumprindo sua missão de prestar serviços de água e esgoto para melhorar a qualidade de vida do joinvilense por promover a ampliação e a modernização dos sistemas de água e esgoto do município.

Os sistemas de esgotamento sanitário tem sido foco da maioria das ações da Companhia com o intuito de promover a universalização da coleta e tratamento de esgoto na área urbana do município. E dentre estas ações está à ampliação da estação de tratamento de esgoto do bairro Espinheiros – ETE Espinheiros.

Para a conclusão do projeto de ampliação da ETE Espinheiros foi necessário reavaliar o estudo de dispersão dos efluentes tratados realizado por consultoria externa, o qual apresentou como resultado cenário deficitário

de oxigênio dissolvido no corpo receptor para manutenção da vida aquática, divergente do observado no local de estudo, constituído de comunidades pesqueiras.

Por entender como informação estratégica, a Companhia Água de Joinville através de sua diretoria autorizou a realização da reavaliação do estudo de dispersão com equipe interna. Isto demandou a capacitação da equipe através de acordo de cooperação técnica com a Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos – COPPETEC – vinculada a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, permitindo uma avaliação mais detalhada dos arquivos eletrônicos referentes ao estudo contratado, possibilitando a identificação de pontos de melhoria importantes, sobretudo nos dados de entrada considerados, para que o modelo retratasse o fenômeno natural de forma mais próxima da realidade local.

OBJETIVO

Reavaliar o estudo de dispersão de efluentes tratados do projeto de ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto do Bairro Espinheiros – ETE Espinheiros – no município de Joinville, Santa Catarina.

ESTUDO DE DISPERSÃO

O estudo de dispersão contratado avaliou a dispersão do efluente de final de plano da ampliação da ETE Espinheiros a ser lançado no canal do Varador, uma pequena porção da Baía da Babitonga, região estuarina localizada no nordeste do Estado de Santa Catarina (figura 1).

Os serviços contratados foram realizados em nove (9) meses, resumidos nas seguintes atividades:

- Contextualização da área de estudo, com a caracterização da ETE, avaliação dos usos e enquadramento do corpo receptor;
- Atuais condições de qualidade da água, as quais incluíram coletas e análises;
- Levantamentos de campo de topobatimetria e maré;
- Estudos de dispersão do efluente tratado na ETE Espinheiros (etapas de simulação).

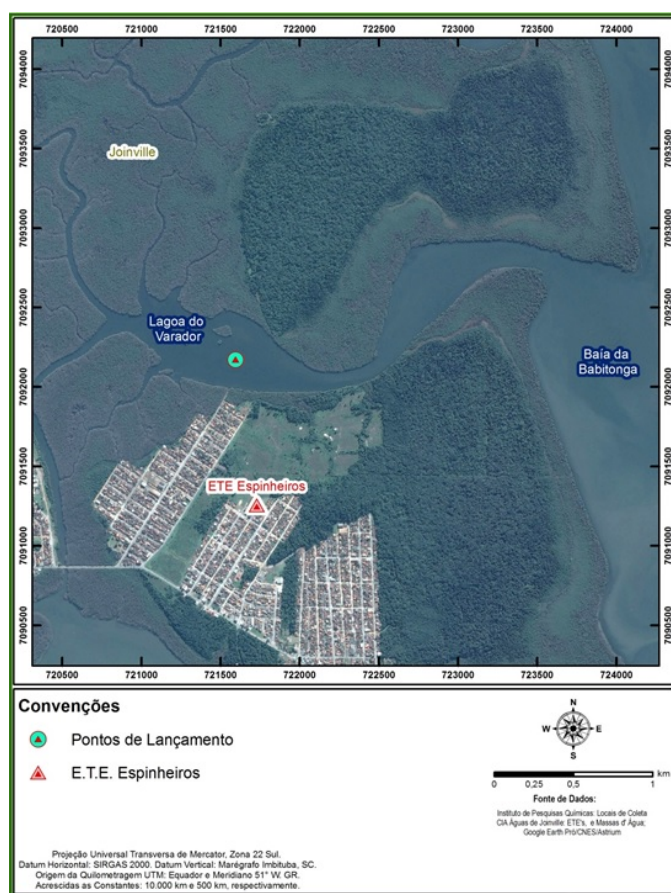


Figura 1: Local de estudo.

A conclusão do estudo remeteu a uma condição de baixa oxigenação do corpo receptor possível de comprometer a vida aquática já no cenário atual, muito embora exista atividade pesqueira na região.

METODOLOGIA UTILIZADA

Com base no estudo de dispersão foram realizadas alterações nos parâmetros de lançamento, cenários de simulação, modelagem hidrodinâmica, modelagem do campo próximo e modelagem de qualidade.

- **Parâmetros de lançamento**

Os parâmetros temperatura e fósforo do lançamento previsto da ampliação da ETE Espinheiros foram revisados, tendo sido adotada a temperatura média histórica, dos anos de 2011 a 2016, obtida a partir de dados de controle de qualidade considerando os períodos de inverno e verão. A concentração do lançamento do parâmetro fósforo foi alterado de 4,0 mg/l para 2,0 mg/l com base na eficiência do tratamento terciário previsto no projeto. A tabela 1 a seguir demonstra as características do efluente para final de plano da ampliação da ETE Espinheiros com as alterações mencionadas acima.

Tabela 1: Características do efluente da ETE Espinheiros e padrões para lançamento.

Parâmetros	Condições de lançamento	Limites das Resoluções CONAMA 430/2011 e 274/2000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	2000	-
Óleos e graxas minerais (mg/l)	10	20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	20	50
Temperatura (°C)	22,4^(inv.) e 28,0^(verão)	40
pH	6 a 9	5 a 9
DBO (mg/l)	45	Remoção mínima de 60%
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	2	-
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	0,5	1
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/l)	500	-
Fósforo Total (mg/l)	2,0	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	20,0	20
Nitrato (mg/l)	10	-
Vazão média de final de plano: 55,3 l/s		

- Cenários de simulação**

A seguir são detalhados os cenários utilizados para as novas simulações, os quais se mantiveram os mesmos do estudo original.

Cenário 0: Cenário no qual o lançamento de efluente tratado da ampliação da ETE Espinheiros não é considerado. Todas as concentrações nativas foram mantidas com exceção das descritas no item Modelagem de Qualidade.

Cenário 1: Cenário simulado considerando-se a qualidade atual do corpo receptor e o lançamento com os parâmetros conforme Tabela 1.

Cenário 2 : Cenário hipotético simulando a área de interesse considerando que os parâmetros de qualidade estivessem nos limites permitidos para a Classe 1 – SALOBRA, conforme resolução CONAMA 357, exceto para o parâmetro OD que se encontra acima do limite mínimo da classe, e o lançamento conforme Tabela 1. Neste cenário foram desconsideradas influências externas para avaliar apenas o impacto do lançamento do efluente tratado.

- Modelagem hidrodinâmica**

A modelagem hidrodinâmica serve de base para as demais simulações. Quando ocorre uma alteração na malha e nos domínios de modelagem a simulação hidrodinâmica deve ser refeita. Abaixo são descritas as alterações realizadas. Os demais dados de entrada como direção e intensidade do vento, constantes harmônicas, período de simulação e rugosidade foram mantidos os mesmos.

Foram revisadas as condições de contorno de terra, que representam margens e seções de rios e canais, da malha de modelagem que haviam sido considerados como contorno fechado, quando na realidade não o são. Foi alterado o tipo de condição de contorno na área de interesse do estudo onde alguns nós de tipo 0 mudaram para tipo 8, objetivando incluir efeito das áreas alagáveis de manguezais.

Nós do tipo 0 correspondem ao caso mais comum em modelagens hidrodinâmicas tendo valor zero para fluxo ou velocidade normal, caracterizando assim um nó de contorno impermeável como margem usual.

Nós do tipo 8 permitem extravasamento lateral na direção normal do nó, com efluxo em alagamento e afluxo em secamento. Funciona como o tipo 0, mas com contorno “permeável”. Nos nós tipo 8 deve-se definir o valor de um talude onde ocorrerá o alagamento e secamento na direção normal fornecida para cada nó. Este tipo de nó representa bem margens com alagamento lateral como usual em canais de manguezal e marismas, ou várzeas de alagamento em rios.

As alterações dos nós foram realizadas com base na observação de imagens aéreas da área de interesse. A figura 2 demonstra as alterações realizadas no contorno de terra. Os nós modificados são identificados por círculos vermelhos.

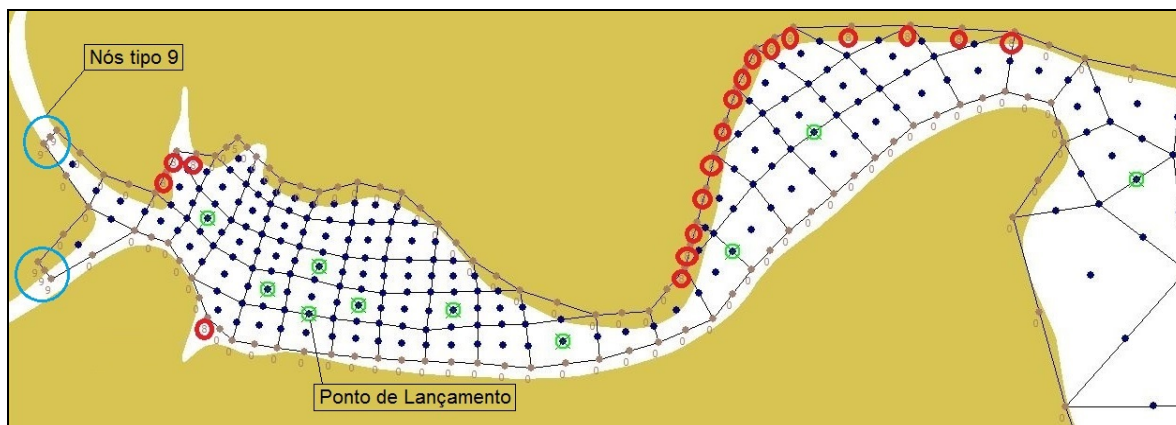


Figura 2: Alterações nos contornos de terra da malha de simulação.

Outra alteração realizada ocorreu na geometria do nó 235 por este não representar a realidade local onde não há área de estagnação com velocidades nulas. A figura 3 demonstra o nó modificado.

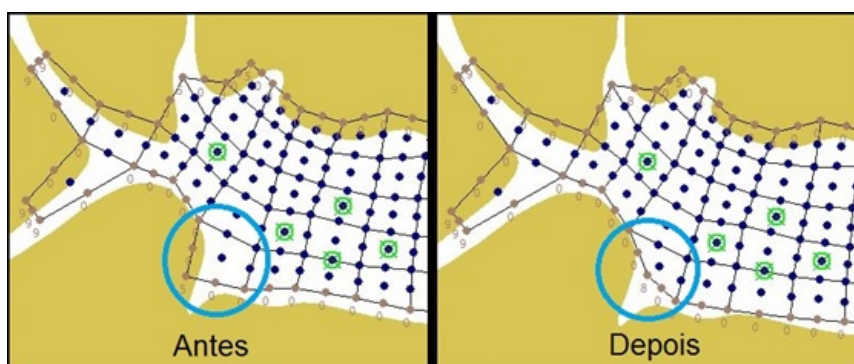


Figura 3: Alteração da geometria do nó 235.

Também foi adequadamente incluída a vazão média de 5,0 m³/s do rio Cachoeira no ponto 1054 da malha de simulação (Rosman/97). Ilustrado na figura 4 a seguir.

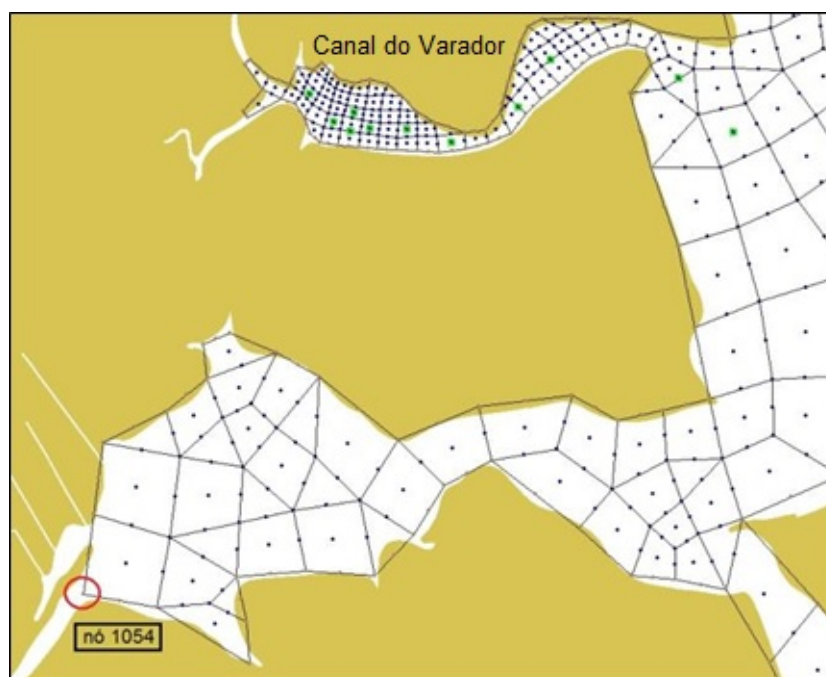


Figura 4: Localização do nó 1054.

Por fim, foram corrigidos alguns pontos batimétricos da Baía da Babitonga e incluídas ilhas na malha que não haviam sido consideradas. As alterações foram realizadas com base nas cartas náuticas da área de interesse.

As modelagens hidrodinâmicas seguiram os seguintes passos: definição do momento inicial no contorno aberto, contorno fora da baía, e definição de valor constante de elevação do mar para todos os nós. Os demais parâmetros foram mantidos os mesmos. Após a primeira modelagem foi realizada uma segunda utilizando como condição inicial, ponto de partida, o ultimo momento calculado de elevação da primeira modelagem eliminando os erros em função do início estimado, em estagnação.

- **Modelagem campo próximo**

Para a modelagem do campo próximo, foi utilizado o modelo de transporte lagrangeano, integrado ao SisBaHiA, em substituição ao *software* Cormix. Destaca-se que o modelo de campo próximo é baseado nos mesmos princípios do modelo utilizado anteriormente e é integrado automaticamente ao modelo de transporte de campo afastado do sistema.

O modelo de transporte lagrangeano utiliza as características físicas do emissário como comprimento efetivo e posição geográfica, profundidade de instalação, quantidade e diâmetro dos difusores, número de orifícios e espaçamento dos difusores. Para o cálculo da diluição são considerados também a vazão de lançamento, densidade do efluente ejetado, além da simulação hidrodinâmica, temperatura e salinidade variáveis no tempo.

- **Modelagem de qualidade**

O estudo de dispersão adotou dados de qualidade para a simulação de verão a partir de amostragens realizadas entre os meses de maio e setembro, fato que prejudicou a representação adequada do período. Desta forma, alguns dados de qualidade para as novas simulações foram substituídos pelos números apresentados na tabela 3 onde os valores da coluna “contorno de terra verão” foram incluídos nos nós tipo nove (9) e os da coluna “condição inicial verão” foram utilizados como condição inicial. Estes novos valores foram obtidos a partir das médias das análises realizadas pela CAJ entre os meses de Janeiro e Fevereiro de 2011 a 2016 nos pontos LV1 e LV3 respectivamente. A figura 1 ilustra a localização dos pontos de coleta das amostras. Os demais parâmetros de qualidade foram mantidos os mesmos.

Nós de contorno de terra tipo nove (9), demonstrados na figura 2, são a melhor opção para representação de seções de rios em trechos estuarinos quando somente a vazão fluvial é conhecida. Como estes rios sofrem a

influência de maré deve-se calibrar o valor do talude, em metros, permitindo fluxos reversíveis de enchente e vazante. Permitem também a inclusão de dados de qualidade nesta fronteira conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros de qualidade alterados para as simulações de Verão.

Parâmetros	Contorno de terra verão	Condição inicial verão
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	5,744	6,199
Temperatura (°C)	29,410	29,400
DBO (mg O ₂ /l)	10,729	11,129
Salinidade (‰)	25,770	25,770

Foi alterada a taxa de reaeração (Ka), na parametrização das reações cinéticas de OD & DBO, considerada pelo estudo de dispersão original como fixa e igual 0,5/dia passando a ser variável, calculada pelo próprio modelo, conforme a variação das velocidades das correntes e profundidades de cada nó.

No contorno aberto, região fora da baía da Babitonga, foram incluídos dados médios de temperatura nas simulações de inverno (21,7°C) e verão (27,7°C) obtidos a partir do Modelo Oceânico Coordenado Híbrido (*Hybrid Coordinate Ocean Model* – HYCOM). O estudo de dispersão original havia considerado neste contorno a temperatura igual à zero.

As modelagens de qualidade seguiram os seguintes passos: inclusão dos parâmetros hidrodinâmicos calculados previamente, verificadas as taxas e constantes de todas as reações cinéticas mantendo os mesmos dados de radiação, temperatura do ar e umidade, inseridos dados de qualidade nas fronteiras de terra e aberta e inseridos os dados da fonte, ou seja, características do efluente projetado da ETE Espinheiros.

Tanto para o inverno quanto para o verão as modelagens de qualidade de foram realizadas em duas etapas. A primeira foi iniciada com dados de condição inicial constantes para todos os nós da malha, permitindo o cálculo da qualidade da condição inicial para cada nó, em função de suas especificidades e comportamento hidrodinâmico que interferem nos resultados de qualidade, ou seja, “esquentando o modelo”. A segunda etapa consistiu na simulação a partir dos dados do último momento calculado pela primeira simulação eliminando possíveis erros devido à simplificação da condição inicial adotada.

RESULTADOS OBTIDOS

A simulação do campo próximo resultou num valor de diluição mínima média de 50 vezes. Desta forma, de acordo com a tabela 2, o ponto de lançamento e as características do emissário garantem a diluição necessária para todos os parâmetros.

Tabela 2: Características do efluente, padrões para lançamento e para o corpo hídrico. Fonte: Dados Caj e CONAMA 357/2005 (Classe 1, salobra).

Parâmetros	Lançamento	Padrão ambiental (Classe 1 salobra)	Diluição necessária
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	2.000	1000	2
DBO (mg/L)	45	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,0	> 5 mg/L	2,5
Fósforo Total (mg/L)	2,0	0,124 mg/L	16
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	20,0	0,40 mg/L	50
Nitrato (mg/L)	10,0	0,40 mg/L	25
Vazão média de final de projeto	55,3 L/s		

Decorrente da maior diluição o campo próximo, ou seja, a área de mistura inicial do efluente restringe-se a um diâmetro de 2 metros.

As simulações de qualidade em percentual de ocorrência (%) foram realizadas para os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total para os períodos de verão e inverno, conforme ilustrado nas figuras de 5 a 9.

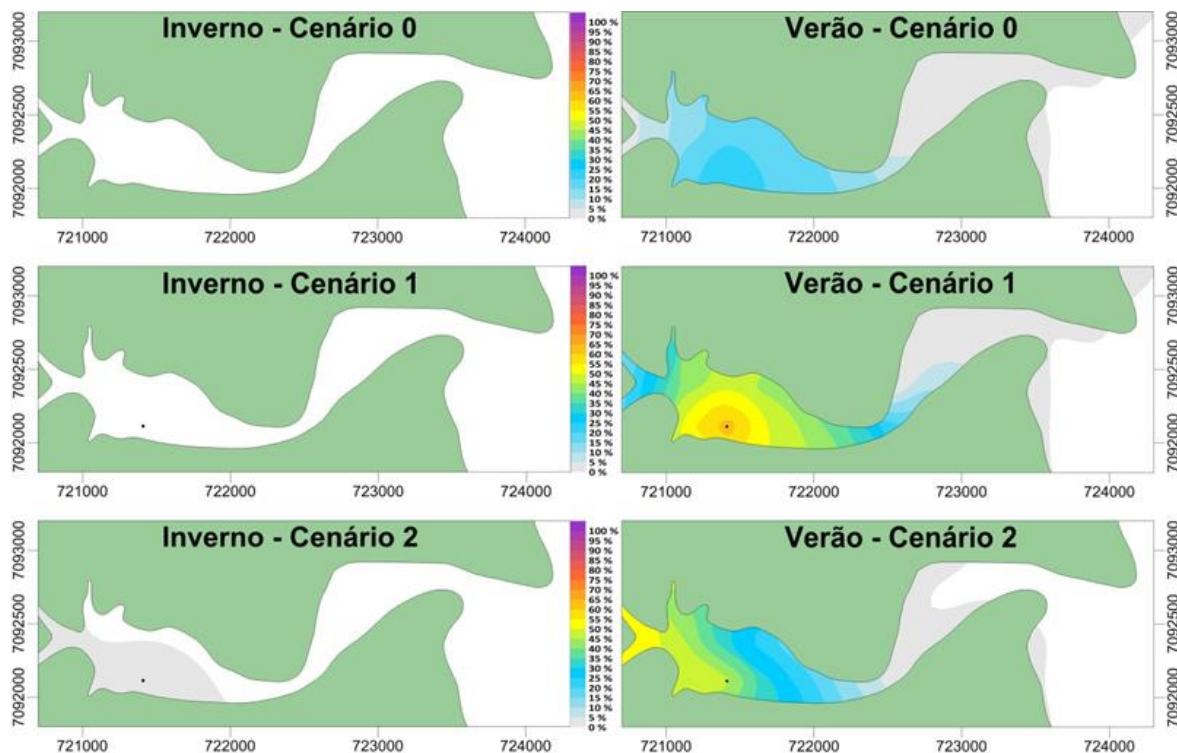


Figura 5: Ocorrência de OD < 5 mg/l.

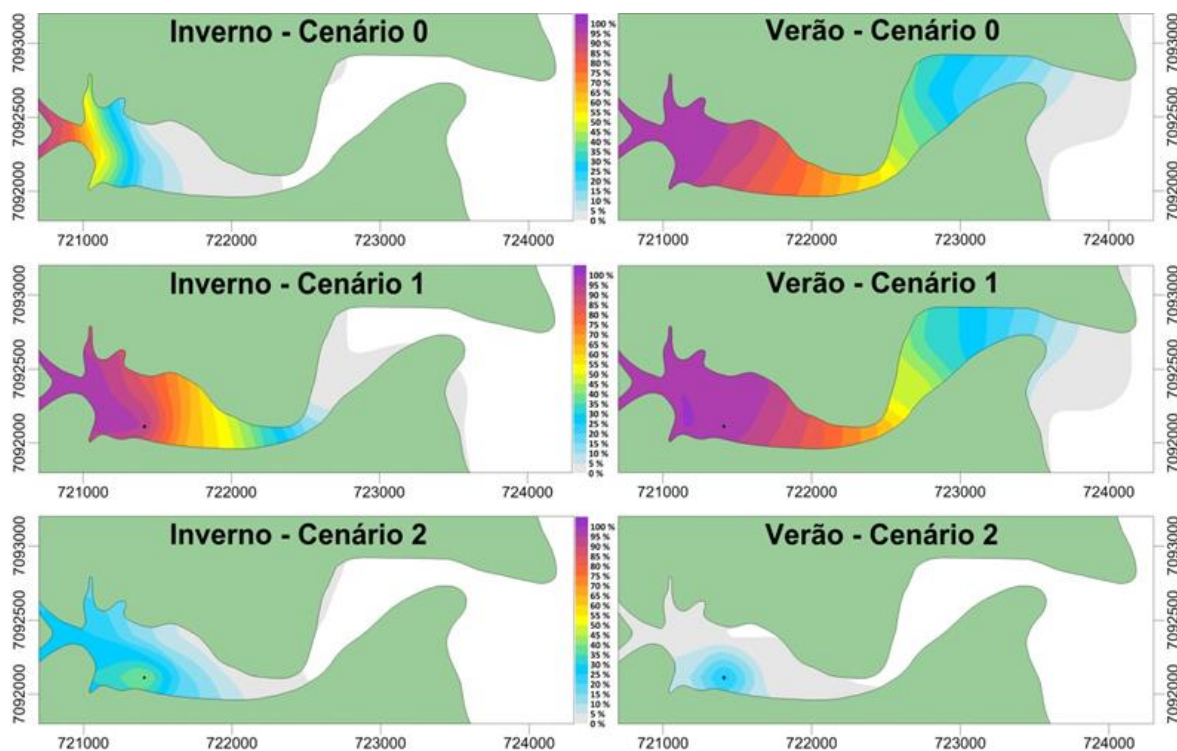


Figura 6: Ocorrência de DBO > 5 mg/l.

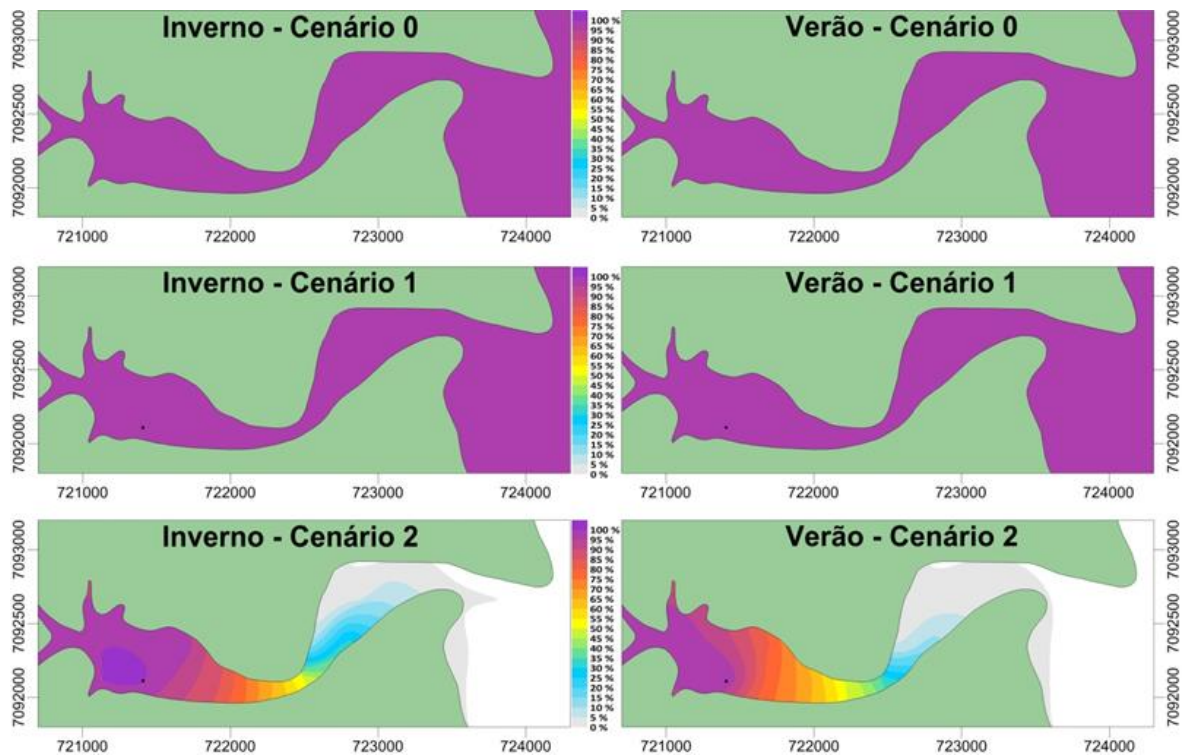


Figura 7: Ocorrência de Nitrato > 0,4 mg/L.

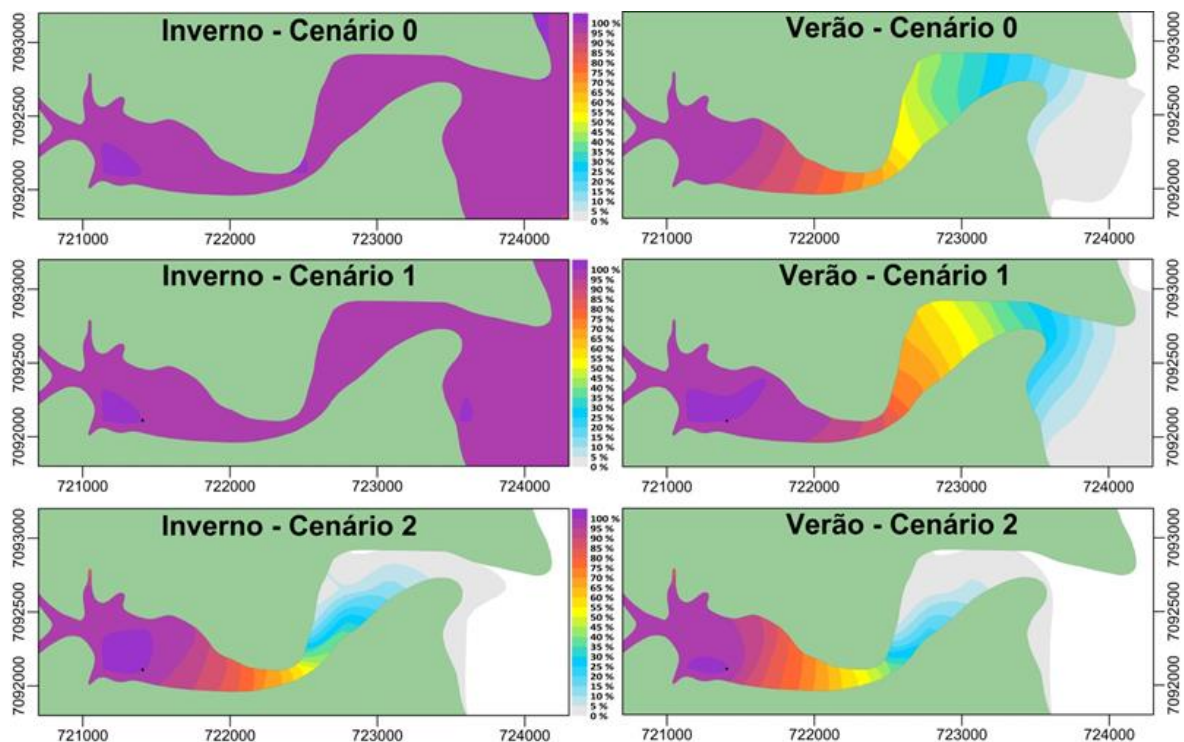


Figura 8: Ocorrência de Nitrogênio Amoniacal > 0,4 mg/L.

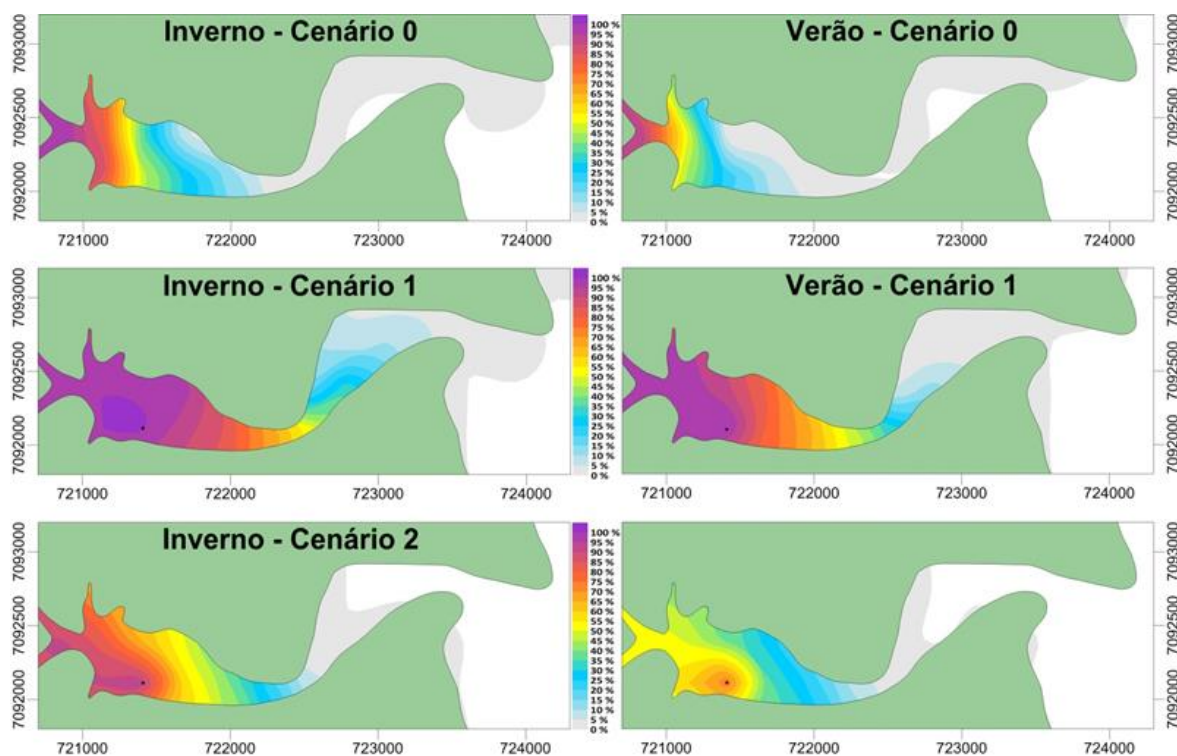


Figura 9: Ocorrência de Fósforo Total > 0,124 mg/l.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir são analisados os resultados das simulações dos parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total para os períodos de verão e inverno.

• Oxigênio Dissolvido (OD)

Os resultados das simulações para o parâmetro oxigênio demonstram que para o verão, no cenário 0, regiões próximas ao ponto do lançamento apresentam 30% de ocorrência de concentrações abaixo de 5,0 mg/l. Esta ocorrência aumenta para cerca de 60% no cenário 1. No entanto, as concentrações de oxigênio tendem a aumentar consideravelmente na medida em que se afasta do ponto de lançamento.

Ainda que não tenham atingido a concentração mínima prevista para classe durante 100% do tempo durante o verão, os cenários 1 e 0 apresentaram concentrações superiores a 4,0 mg/l a 700 m do ponto de lançamento, ponto médio da zona de mistura não comprometendo a manutenção da vida aquática.

Observando os resultados do cenário 2, correspondendo às condições da classe para o verão, observa-se um efeito menor, porém que se estende mais para o interior quando comparado com o cenário 1, também não sendo inferior a 4,0 mg/l.

Os resultados de inverno demonstram que o lançamento pretendido não altera as concentrações de oxigênio em todos os cenários analisados, diferente dos resultados apresentados anteriormente, em que aponta para concentrações menores que 5,0 mg/l em 100% do tempo para todos os cenários durante o inverno e verão.

• Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para DBO os resultados também se apresentaram melhores em relação ao estudo anterior que demonstrou resultados acima de 5,0 mg/l, valor adotado, em 100% do tempo em todos os cenários. Como as reações cinéticas de DBO e de OD tem relação inversamente proporcional, pode-se afirmar que a melhora do resultado de DBO deve-se também à alteração realizada para o parâmetro OD.

O cenário 0, correspondente à situação atual sem lançamento, apresenta concentrações acima de 5,0 mg/l em 90% do tempo no verão. No cenário 1, também no verão aumenta apenas em 5% a ocorrência de concentrações abaixo do valor considerado no estudo. Durante o inverno, no cenário 0 aumenta significativamente a ocorrência de concentrações acima de 5,0 mg/l, porém esta ocorrência reduz rapidamente à medida em que se afasta do ponto de lançamento.

Tanto para inverno quanto para o verão, o impacto do lançamento considerando os padrões da classe, cenário 2, é mínimo.

Ressalta-se que a legislação não estabelece padrões de DBO para esta classe, tendo sido adotado, assim como no estudo anterior, o valor de 5 mg/L.

O valor máximo obtido da simulação de DBO foi 8,5 mg/l, a 700 m do ponto de lançamento, para o cenário 1 em condições de verão, no entanto, é preciso considerar que para este cenário adotou-se como valor de *background* as condições atuais do meio, que inclui os efeitos do lançamento atual pela ETE e também das condições naturais que em geral apresentam valores mais altos em áreas estuarinas. Neste sentido, o início do lançamento considerado no modelo coincidirá com a redução de um aporte considerável, e consequentemente com uma melhor condição de *background*. Em função disso e de acordo com a tendência observada na comparação entre os cenários, o valor máximo de DBO deverá ser reduzido, aproximando-se ainda mais dos valores considerados no cenário 2. Este mesmo comportamento é esperado para os parâmetros Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo, descritos a seguir, quanto às condições de *background*.

Além disso, os resultados de oxigênio dissolvido apresentados no item anterior demonstram a capacidade de depuração da carga de DBO aplicada.

- **Nitrato**

No cenário 0 tanto no inverno como no verão a concentração de nitrato no meio está significativamente acima dos valores propostos para a classe (0,4 mg/l). Em função disso, o lançamento pretendido nesta condição não altera as ocorrências de concentrações abaixo do limite (cenário 1). Ainda assim, a concentração máxima simulada no verão para o cenário 1 foi de 2,5 mg/l, inferiores às obtidas no estudo anterior (3,5 mg/l) a 700 m do ponto de lançamento, o que pode ser justificada pela influência da cinética do oxigênio sobre a cinética do nitrogênio. Esta mesma influência foi observada para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal e Fósforo.

- **Nitrogênio amoniacal**

A concentração de nitrogênio amoniacal no cenário 0 está acima dos valores propostos para a classe, sendo observadas concentrações de até 0,6 mg/l durante o inverno a 700 m do ponto de lançamento. Da mesma forma que para o nitrato, as concentrações foram inferiores às obtidas no estudo anterior, que relata concentrações acima de 4,5 mg/l no mesmo ponto.

- **Fósforo Total**

Em condições naturais, os estuários podem ser biologicamente mais produtivos do que o rio e o oceano adjacente, por apresentarem altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária (MIRANDA *et al.*, 2002).

Os resultados das simulações para o parâmetro fósforo total no cenário 0 demonstram considerável aporte proveniente do continente através de rios, córregos e áreas alagáveis, fazendo com que as concentrações a montante do ponto de lançamento pretendido permaneçam acima dos limites estabelecidos pela classe. É possível observar ainda a tendência de dispersão em direção à baía.

O efeito do lançamento pretendido no cenário 1 implica em maior ocorrência de concentrações de fósforo acima do limite em uma área maior nos períodos de inverno, mantendo-se a tendência de dispersão observada no cenário 0. No entanto, no verão este efeito se restringe a uma área menor, não alterando significativamente a situação atual.

Tanto para condições de inverno como para condições de verão, o cenário 2, demonstra uma melhor dispersão no sentido de montante para jusante, no entanto, trata-se de uma situação hipotética.

CONCLUSÕES

A importância dos sistemas estuarinos é reconhecida pela sua capacidade de depuração e pelo papel crucial que desempenham ao nível da sustentabilidade ecológica, através dos complexos processos físicos e biogeoquímicos que ocorrem e que proporcionam elevadas produtividades biológicas e abrigo para muitas espécies em idade juvenil (FERNANDES, 2001).

É preciso ressaltar que não há enquadramento aprovado para ponto de lançamento pretendido, aplicando-se neste caso o Artigo 42 da Resolução CONAMA 357/2005: “Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”.

Reforça-se assim o caráter hipotético e arbitrário do cenário 2, que considera a qualidade de toda a massa líquida homogênea, incluindo os aportes provenientes dos córregos e do próprio manguezal que passa parte do tempo submerso. Enfatiza-se ainda a importância da aprovação de um enquadramento com base nos usos pretendidos e dados primários referentes às funções ecológicas já estabelecidas.

Os resultados obtidos em campo, bem como as simulações realizadas a partir deles, demonstram que as concentrações de Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo encontradas, ainda que acima dos limite de enquadramento, estão mais próximas da classe e não há indícios de comprometimento da vida aquática decorrente delas tendo como base o estudo da fauna aquática realizado em paralelo a esta reavaliação.

Embora o lançamento pretendido implique no aumento da concentração de tais parâmetros, as simulações demonstram manutenção da capacidade de dispersão observada atualmente, viabilizando o lançamento pretendido.

Além disso, como já descrito anteriormente, o cenário 1 considera a soma das cargas lançadas atualmente e após a ampliação da ETE, por limitações do próprio modelo. No entanto, quando em operação, haverá apenas um lançamento que embora de maior vazão em final de plano, apresentará concentrações inferiores ao atual lançamento e, conseqüentemente, uma menor carga afluente. Com isso, espera-se uma tendência das condições iniciais do cenário 1 aproximarem-se das condições iniciais do cenário 2, o que implica na melhoria da qualidade da água no local do estudo.

A melhora do resultado das simulações deve-se principalmente à alteração realizada na parametrização da taxa de reaeração passando de valor fixo para calculada pelo próprio modelo.

A definição do melhor ponto para lançamento dos efluentes tratados é fundamental e estratégica para elaboração e execução dos planos de saneamento básico municipais, sendo indispensável a capacitação dos profissionais responsáveis pela elaboração e/ou análise dos estudos.

Este estudo demonstrou que quanto maior a disponibilidade de dados primários, maior a confiabilidade dos resultados, indicando a necessidade de monitoramento contínuo e prolongado da qualidade da água nas áreas de interesse para lançamento de efluentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ESCHRIQUE, S. A. Hidrogeoquímica do fósforo no estuário do Jaguaribe (CE). Dissertação. UFCE. 100 p. 2007.
2. FERNANDES, L.D.F. Transporte de sedimentos em estuários. Trabalho Final de Curso (Licenciatura em Engenharia do Ambiente) - Universidade Técnica de Lisboa. 54p. 2001.
3. MARINS, Marília Oliveira Silva. A utilização da microalga *skeletonema costatum* (greville) cleve (bacillariophyceae) na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarina de Pernambuco. Dissertação. UFPE. 138p. 2007.
4. MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 424 p. 2002.

5. SHAEFFER-NOVELLI, Y. Importância do manguezal e suas comunidades. ALICMAR/Inst. Oceanogr. USP, São Paulo. 6p. 1982.
6. ROSMAN, P. C. C. (03/1997) – Relatório Final do ESTUDO DE CHEIAS NA CIDADE DE JOINVILLE DEVIDO ÀS MARÉS NA BAÍA DE BABITONGA. Fundação Coppetec ET-150693. Trabalho contratado por CSL - Consultores de Engenharia e Economia.
7. ROSMAN, P. C. C. Referência Técnica do SisBaHiA. 2018. Disponível em: <http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/SisBAHIA_RefTec_V9c_.pdf>. Acesso em: 15 janeiro 2018.