



Criado: 19/01/2024

Revisado: 19/01/2024

**TERMO DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE MODELAGEM HIDRODINÂMICA E DE CAPACIDADE DE SUPORTE DE CORPOS DE ÁGUA RECEPTORES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES TRATADOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE).**

## **APRESENTAÇÃO**

Este Termo de Referência (TR) visa definir as diretrizes e informações referenciais para a elaboração de estudo de modelagem hidrodinâmica e de capacidade de suporte de corpos de água receptores de lançamento de efluentes tratados de estações de tratamento de esgoto (ETE), em substituição ao Termo de Referência elaborado para a Estação de Tratamento de Esgoto Anchieta Sede.

Apesar de poder ser empregado para corpos de água receptores de forma ampla e com as devidas ressalvas, tem como foco principal a avaliação em corpos receptores que se comportam como estuário, ou seja, sujeitos às variações de maré, de vazões fluviais e de índices pluviométricos, dentre outros.

## **DIRETRIZES GERAIS PARA A ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO**

O estudo de modelagem hidrodinâmica e de capacidade suporte deverá abordar os aspectos ambientais relacionados às alterações de qualidade de água provocados pelos lançamentos projetados dos efluentes tratados de estações de tratamento de esgoto (ETE) nos respectivos corpos de água receptores.

Para tanto, deverá ser empregado um sistema de modelagem computacional que possibilite a avaliação das alterações de qualidade de água, os impactos resultantes da operação na autodepuração do corpo receptor e se o lançamento dos efluentes se manterão nos patamares pretendidos e conforme o preconizado pelas normativas legais pertinentes.

O estudo deverá atender às seguintes disposições:

- Deverá ser elaborado por equipe multidisciplinar. Esta equipe e o empreendedor são responsáveis pelas informações apresentadas e sujeitam-se às sanções administrativas, civis e penais, conforme os artigos 69-A da Lei Federal nº 9.605/1998, 82 do Decreto Federal nº 6.514/2008 e 7º da Lei Estadual nº 7.058/2002, os quais estabelecem sanções para aqueles que elaborarem ou apresentarem, no licenciamento ambiental, estudos, laudos, relatórios ambientais, total ou parcialmente, falsos ou enganosos, inclusive por omissão.
- Na folha de identificação contida no estudo deverá constar o nome e a assinatura de todos os integrantes da equipe técnica. Todas as páginas, inclusive seus anexos, deverão estar rubricadas pelo coordenador/responsável técnico pelo estudo.
- Considerar a Portaria Interministerial nº 419/2011, que regulamenta a atuação dos órgãos e entidades envolvidos no licenciamento ambiental.
- Considerar o Decreto Estadual nº 4039-R/2016 e suas alterações, que dispõe sobre o Sistema de Licenciamento e Controle das Atividades Poluidoras e Degradadoras do Meio Ambiente - SILCAP.



- Considerar o disposto na Instrução Normativa IEMA nº 2 de 09/03/2009, que estabelece os critérios técnicos mínimos a serem observados na entrega de resultados de análises laboratoriais ao IEMA, bem como o disposto na Instrução Normativa IEMA nº 015-N de 07/12/2016, que estabelece os critérios técnicos para apresentação de resultados de monitoramento de efluentes líquidos (industriais e sanitários), dos corpos de água, do solo e da água subterrânea. As análises laboratoriais deverão ser realizadas em laboratórios que tenham sistema de controle de qualidade analítica implementado. Para permitir a comparação dos resultados, as análises devem ser, preferencialmente, realizadas pelo mesmo laboratório, devidamente identificado no estudo.

O estudo, inclusive seus anexos, deverá ser apresentado em meio digital desbloqueado (.pdf) e em via impressa original, a qual se sugere que seja impressa em folhas de tamanho A4, frente e verso, e encadernado em forma de fichário. O estudo deverá seguir a formatação estabelecida nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT para redação de trabalhos acadêmicos.

Considerando o que dispõe a Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010, caso seja evidenciada a existência de Unidade de Conservação (UC) nos termos desta resolução, o IEMA poderá solicitar cópia digital extra do estudo, de forma a providenciar seu envio ao órgão responsável pela administração da UC.

Os dados apresentados devem ter origem, prioritariamente, de fontes primárias. Fontes secundárias poderão ser aceitas mediante justificativa fundamentada a ser avaliada pelo IEMA e desde que obtidas em literatura ou banco de dados reconhecidos, devendo ser apresentadas as metodologias utilizadas para sua obtenção e as fontes consultadas. Os dados obtidos, tanto primários quanto secundários, deverão ser apresentados descritivamente e em tabelas, diagramas e gráficos. Sempre que houver dados brutos, estes deverão ser fornecidos apenas em meio digital (formato .xls, .doc ou .txt).

Sempre que os estudos e levantamentos requererem a coleta de amostras, a localização e distribuição dos pontos, estações amostrais, traçados e similares deverão ser justificados tecnicamente e apresentados em mapa contendo a delimitação da área de estudo, o leiaute do empreendimento e as coordenadas das amostragens.

No texto, os resultados analíticos deverão ser (i) apresentados em tabelas e gráficos, incluindo valores de referência legal e limites de quantificação; (ii) analisados em conjunto com os resultados do meio biótico/socioeconômico que tenham relação com o parâmetro físico verificado; (iii) comparados com estudos anteriores, quando existentes; (iv) analisados quanto à sua evolução temporal/espacial e (v) discutidos quanto às prováveis origens da contaminação, quando existente.

Laudos laboratoriais contendo os resultados dos parâmetros analisados e os respectivos limites de detecção e quantificação deverão constar nos anexos do estudo.

Os projetos deverão ser apresentados em tamanho padrão da ABNT e vir acompanhados do Número de Registro no respectivo Conselho de Classe dos profissionais técnicos responsáveis pela elaboração, implantação e execução dos mesmos, bem como das respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica - ART, sob pena de não aceitação pelo IEMA.

Os mapas, leiautes e plantas deverão estar georreferenciados com coordenadas geográficas ou UTM Datum SIRGAS2000 Zona 24k, em cores, resolução e em escala compatível com o nível do detalhamento dos elementos manejados e adequados para a área de interesse. Deverão conter ainda referência e rótulo com número do desenho, autor, proprietário, data e orientação geográfica. As escalas deverão ser aquelas



estabelecidas por normas e diretrizes dos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental e conservação da biodiversidade. No meio digital, estes documentos deverão ser apresentados em formato *shapefile* para arquivos vetoriais e no formato *geotiff* para arquivos matriciais, de forma a serem incorporadas às bases de dados digitais dos órgãos licenciadores e de conservação da biodiversidade. Deverá ser anexado também arquivo *.kml* contendo as poligonais do projeto.

As fotografias, imagens, figuras, tabelas e quadros terão de ser legíveis, devendo conter na legenda a fonte dos dados apresentados e autor.

Quando necessário, deverão ser utilizados dados de sensoriamento remoto (recobrimento aerofotogramétrico, imagens de satélite etc.) como complementação das informações ambientais disponíveis, contemplando checagens em campo quando necessárias para garantir a precisão e veracidade das informações. As tecnologias de geoprocessamento para avaliação integrada dos temas ambientais deverão produzir informações para fornecer suporte à avaliação de localização do empreendimento.

Todas as referências bibliográficas utilizadas deverão ser mencionadas no texto e a relação de obras consultadas deverá ser objeto de capítulo próprio, observadas as normas da ABNT.

A seguir, segue sugestão de conteúdo mínimo que deverá estar presente no estudo, sendo imprescindível que seus itens sigam a estrutura apresentada no corpo deste TR. Caso exista impedimento, limitação ou discordância para o atendimento de qualquer um dos itens propostos neste TR, deverá ser apresentada justificativa técnica objetiva e fundamentada.



## **ESTUDO DE MODELAGEM HIDRODINÂMICA E DE CAPACIDADE DE SUPORTE**

### **1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DA CONSULTORIA**

#### **1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E EMPREENDEDOR**

- Denominação Oficial do Empreendimento;
- Razão social do Empreendedor;
- CNPJ;
- Endereços da Atividade e do Empreendedor;
- Telefone;
- Correio Eletrônico;
- Representantes Legais (nome, CPF, endereço, telefone e e-mail);
- Pessoa de Contato (nome, CPF, endereço, telefone e e-mail).

#### **1.2 EMPRESA DE CONSULTORIA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO E EQUIPE MULTIDISCIPLINAR**

- Denominação da Empresa de Consultoria;
- Razão social;
- CNPJ;
- Endereço;
- Telefone;
- Correio Eletrônico;
- Representantes Legais (nome, CPF, endereço, e-mail e telefone);
- Pessoa de Contato (nome, CPF, endereço, e-mail e telefone);
- Equipe técnica responsável pela elaboração do estudo e de levantamentos que o compõe:
  - Nome;
  - Formação profissional e área de atuação no estudo;
  - Número do registro no respectivo Conselho de Classe, quando couber.

### **2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

#### **2.1 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

Situar o empreendimento no contexto Municipal e Estadual e apresentar mapa georreferenciado contendo o leiaute do empreendimento, considerando a alternativa locacional e tecnológica pretendida. Neste mapa deverão estar incorporados elementos notáveis, tais como hidrografia, vegetação, núcleos populacionais, acessos etc.

#### **2.2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS**

Sintetizar os objetivos gerais e específicos do empreendimento, bem como justificar sua proposição dentro do contexto da importância socioambiental da região em que se insere e relacionados à alteração da qualidade de água do corpo receptor. Os aspectos técnicos do projeto deverão ser justificados a partir dos



critérios socioeconômicos e ambientais adotados pelo empreendedor quando considerada a área de sua implantação.

### **2.3 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

Apresentar planta contendo o leiaute geral do projeto proposto, indicando as principais estruturas e o descritivo detalhado do empreendimento, descrevendo, dentre outros, as tecnologias e os fluxogramas operacionais a serem adotados, os controles ambientais (tipo de tratamento) a serem instalados e dados de projeto, tais como:

- a) Emissário de lançamento do efluente no corpo receptor, contendo, no mínimo, a dimensão (diâmetro e extensão) de sua estrutura, as características do aparato final de lançamento (tipo de porta e extensão, quantidade e disposição dos difusores), o posicionamento e profundidade do ponto final de lançamento;
- b) Vazão final (média e máxima) de projeto e condição mínima de eficiência;
- c) Regime de descarga e eficiência global para remoção/redução de cada efluente;
- d) Concentrações e cargas projetadas de Carbono Orgânico Total (COT), Oxigênio dissolvido (OD), pH, Temperatura, Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes (*E. coli*), Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total, Nitrito, Nitrato e Sulfetos ( $H_2S$  não dissociado), considerando a pior condição de eficiência dos sistemas de tratamento. Mesmo que alguns desses parâmetros não sejam atendidos no tratamento, deverá ser apresentada a estimativa de sua concentração da saída do sistema.

Caso o empreendimento se trate de ampliação e/ou adequação de projeto já implantado, deverá ser apresentada tabela contendo informações comparativas entre as situações atual e projetada dos dados definidos nas alíneas “b” e “d”.

Apresentar imagem aérea ou de satélite com a sobreposição do leiaute do empreendimento, incluindo o traçado do emissário até seu ponto final de lançamento no corpo receptor. O leiaute deverá conter apenas seus contornos, não devendo apresentar qualquer preenchimento, de modo a permitir a visualização das áreas a serem afetadas.

### **3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

O diagnóstico ambiental deverá retratar a qualidade ambiental atual da área de abrangência dos estudos e terá como objetivo fornecer informações capazes de subsidiar a avaliação dos impactos decorrentes da operação da ETE, refletindo as condições atuais e futuras da qualidade da água do corpo receptor, seguindo as condições e padrões determinados pelas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011. Deverão ser utilizados prioritariamente dados primários, que poderão ser complementados com dados secundários, caso existentes, seguindo o determinado no tópico “DIRETRIZES GERAIS PARA A ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO” deste TR.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO**

Realizar a caracterização da área do empreendimento, contemplando:



### **3.1.1 Classe do Corpo Receptor**

Apresentar a(s) classe(s) do corpo de água receptor e da região costeira adjacente, tomando por base o enquadramento proposto por agências reguladoras (ANA e/ou AGERH) e pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica, quando existente, e conforme a definição dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

### **3.1.2 Vazão Mínima de Referência**

Apresentar as vazões mínimas de referência do corpo receptor, bem como as vazões médias dos afluentes e efluentes (atual e projetada). Caso existentes, deverão ser informados os limites outorgáveis das vazões de referência.

### **3.1.3 Captação de Água e Lançamentos Difusos no Corpo Hídrico**

Caso existentes, identificar os pontos de captação de água bruta situados ao longo do corpo receptor e informar a vazão e quantidade captadas. Apresentar mapa contendo a localização dos pontos de captação de água e a localização do ponto de lançamento do emissário da ETE. Deverão ser caracterizados os principais lançamentos difusos no corpo hídrico.

### **3.1.4 Uso e Ocupação do Solo ao Longo do Corpo Receptor**

Realizar a caracterização sucinta e apresentar mapa do uso e ocupação do solo ao longo do corpo receptor, a montante e a jusante do ponto de lançamento da ETE, envolvendo inclusive sua foz e área costeira adjacente. A extensão continental desta caracterização deverá ser avaliada em termos de contribuição qualitativa para o corpo receptor.

### **3.1.5 Áreas de Manguezal e outras Áreas Alagáveis**

Informar a extensão e apresentar em mapa as áreas de manguezal e de outras áreas alagáveis significativas localizadas ao longo do corpo receptor.

### **3.1.6 Características Climáticas**

Descrever, de forma sucinta, as características climáticas da região de interesse com ênfase na distribuição pluviométrica. Apresentar as normais climatológicas mensais da precipitação e temperatura distribuídas ao longo do ano.

## **3.2 QUALIDADE DA ÁGUA**

Realizar a caracterização físico-química e microbiológica da qualidade da água na área de estudo seguindo as condições e padrões determinados pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Deverão ser executadas campanhas de coleta de água em mês representativo da estação de inverno, considerando os períodos de quadratura e de sizígia. As amostragens de água deverão ocorrer nos momentos de meia-maré vazante e estofos da maré (preamar e baixa-mar). Caso disponíveis, deverão ser integrados dados de qualidade de água disponíveis em programas de monitoramento.



As amostragens deverão ocorrer em malha amostral que contemple pontos na área a jusante e a montante do ponto de lançamento da ETE e na região costeira adjacente à foz do corpo de água receptor, devendo-se apresentar mapa com a localização dos pontos de amostragem escolhidos. As coletas de água no corpo receptor deverão ocorrer a meia coluna d'água e na região costeira em superfície e próxima ao fundo, devendo ser registradas a data e hora da coleta, a profundidade do local e determinados *in situ* os parâmetros Salinidade, pH, Temperatura e Oxigênio Dissolvido.

Para a análise laboratorial deverão ser avaliados os parâmetros Carbono Orgânico Total (COT), Oxigênio dissolvido (OD), pH, Temperatura, Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes (*E. coli*), Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total, Nitrito, Nitrato e Sulfetos (H<sub>2</sub>S não dissociado), mesmo que não estejam incluídos no tratamento da ETE.

#### **4. MODELAGEM NUMÉRICA**

Deverá ser realizado estudo de modelagem para simulações de hidrodinâmica e avaliação das interferências do lançamento dos efluentes tratados da ETE quanto às possíveis alterações da qualidade da água e quanto à capacidade suporte do corpo receptor. O desenvolvimento do sistema de modelagem deverá englobar três tipos de serviços:

- 1) Coleta de dados primários e secundários para caracterização atual da qualidade da água do corpo receptor e a formação da base de dados ambientais do modelo computacional;
- 2) Implementação de cenários de simulação para conhecimento das situações atual e projetada e para a avaliação dos resultados (calibração do modelo);
- 3) Processo de validação do modelo.

Para promover maior robustez e confiabilidade dos resultados da modelagem, além da utilização dos dados coletados na região e especificamente para o projeto, deverão ser utilizados bancos de dados com grandes períodos de aquisição. Para casos em que não estejam disponíveis tais bancos de dados, deverão ser justificados os períodos abrangidos na modelagem e sua forma de integração ao objetivo e estratégia da modelagem.

Os seguintes critérios deverão ser levados em consideração durante a avaliação da modelagem:

- Adequação do modelo numérico ao(s) problema(s);
- Estratégia metodológica;
- Qualidade e adequação dos dados de entrada;
- Qualidade e adequação das técnicas de pós-processamento;
- Referências, critérios e argumentos considerados na interpretação dos resultados;
- Interação dos diagnósticos obtidos via modelagem com aqueles obtidos através de outros métodos.

##### **4.1 CARACTERÍSTICAS DO MODELO**

Devem ser apresentadas as características do modelo, descritos e justificados o domínio modelado, os dados de entrada e suas origens, os cenários modelados, os procedimentos de calibração e de validação e demais propriedades que forem consideradas importantes.



Descrever as características dos modelos empregados no sistema de modelagem e a estratégia de abordagem adotada para a execução do estudo.

Apresentar a definição e justificativa quanto ao domínio do modelo implementado, inclusive quanto aos seus contornos abertos e fechados, o qual deverá contemplar a região estuarina do corpo de água receptor, compreendida entre sua foz e o maior alcance da salinidade em seu interior, e a região costeira adjacente até o limite da isóbata de 10 (dez) metros. Recomenda-se avaliar inicialmente se a abrangência da pluma do corpo de água receptor na região costeira se insere na área do domínio do modelo, facilmente obtida por imagens aéreas.

Deverão ser descritas as condições de contorno empregadas, os tipos de borda e os tempos de rodada adotados para o modelo.

A malha de elementos finitos (malha de discretização) utilizada para modelar esse domínio deverá ser apresentada em grau de detalhe que permita verificar a discretização ao longo da calha do corpo de água receptor e de interferências geográficas. Especial atenção deve ser dada à geometria e posicionamento dos nós da grade numérica empregada, em especial quanto à presença de acidentes geográficos que interfiram no escoamento, como ilhas, locais com estrangulamento e zonas de alagamento e secamento.

## **4.2 FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS AMBIENTAIS**

A formação da base de dados ambientais para alimentar o modelo deverá levar em consideração as informações constantes nos itens “2.3 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO” e “3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO” e contemplar os dados adquiridos no item “3.2 QUALIDADE DA ÁGUA” deste Termo de Referência.

### **4.2.1 Dados Topobatimétricos**

Deverão ser realizados levantamentos topobatimétricos para a definição do modelo digital do terreno a ser modelado. Os dados deverão ser obtidos através de levantamentos *in situ* e complementados com dados provenientes de cartas náuticas e levantamentos pretéritos da região de interesse.

Os dados a serem obtidos *in situ* deverão contemplar levantamentos de cotas topográficas, hidrográficas e de seções batimétricas. O levantamento de cotas topográficas deverá ser realizado na borda de áreas de manguezal e de outras áreas alagáveis por meio de Estação Total.

Para o Levantamento Hidrográfico (LH) deverá ser seguida a Norma da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos nº 25 (NORMAM-25) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil e ser realizado ao longo do estuário e na região costeira adjacente, sendo recomendado, para essa região, o levantamento desde a linha de costa até a isóbata de 10 (dez) metros identificada na Carta Náutica representativa da região de interesse.

Caso ocorra corpo de água afluente ao sistema estuarino e/ou à região costeira adjacente (na região de interesse do modelo) deverão ser realizadas seções batimétricas espaçadas entre sua foz e a região interiorana mais representativa, com refinamento nos estrangulamentos, e uma linha batimétrica longitudinal no rio, devendo ser justificado o espaçamento entre as seções e a extensão do levantamento.

Apresentar mapa batimétrico 2D contendo linhas isobatimétricas com espaçamento que possibilite a visualização das diferenças de profundidade, sendo recomendada a equidistância mínima de 1 (um) metro, em grau de detalhe que permita verificar as profundidades ao longo dos corpos de água.



#### **4.2.2 Rugosidade**

Nas regiões dos levantamentos batimétricos, deve-se coletar amostras de sedimentos de fundo de modo a permitir a caracterização adequada do tipo de material de fundo e para a obtenção da amplitude efetiva da rugosidade equivalente de fundo ( $\epsilon$ ). Os pontos das coletas de sedimentos devem ser representados em mapa e em tabela indicando suas coordenadas e sua classificação granulométrica, segundo a Escala de Wentworth (1922).

Para a definição da amplitude efetiva da rugosidade equivalente de fundo, recomenda-se empregar os valores disponibilizados na Referência Técnica do SisBaHiA (ROSMAN, 2023<sup>1</sup>). Devem ser apresentados os valores definidos para o domínio modelado, sendo que para regiões de manguezal sugere-se adotar o valor de 0,007 m.

#### **4.2.3 Nível de Água e Maré**

Deverão ser adquiridos dados de nível de água e maré para a formação da base de dados. Para obter o comportamento da oscilação de água no interior do estuário (corpo de água receptor), deverão ser executadas medições de nível de água em dois pontos durante um ciclo de maré completo (29 dias), de forma a abranger os períodos de maré de quadratura e sizígia de mês representativo da estação de inverno. Os locais de medição deverão ser representativos das regiões de montante e jusante do trecho modelado, sendo recomendado que o ponto a jusante seja localizado na foz ou desembocadura do corpo de água no oceano.

Para representar as oscilações do nível de água (maré) na região costeira adjacente ao corpo de água receptor, deverá ser realizada a medição de maré em um ponto localizado no limite do contorno aberto do domínio do modelo, abrangendo o mesmo período de monitoramento da coleta de dados no interior do rio. Abrangendo o mesmo período, deverão ser realizadas previsões de maré datada empregando as constantes harmônicas provenientes de Estações Maregráficas Brasileiras disponibilizadas pela Fundação de Estudos do Mar – FEMAR.

Além do mapa contendo a localização das estações de coleta, os resultados obtidos deverão ser apresentados de forma gráfica. Todos os dados deverão estar referenciados ao nível médio do mar.

#### **4.2.4 Salinidade**

Executar duas campanhas de monitoramento de salinidade ao longo do corpo de água receptor, em marés de sizígia e quadratura em mês representativo da estação de inverno, devendo-se apresentar as metodologias de aquisição e processamento de dados. Objetivando utilizar estes dados para calibração do modelo, é necessário que estas medições sejam feitas no período de coleta de dados de níveis de água e de vazões.

---

<sup>1</sup> ROSMAN, P. C. C. **Referência Técnica do SisBaHiA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental**. Versão 11b. Programa COPPE: Engenharia Oceânica. Área de Engenharia Costeira & Oceanográfica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2023.



#### **4.2.5 Vazão**

Deverão ser apresentadas informações sobre a vazão de referência do corpo receptor e, caso disponíveis, as vazões fluviais provenientes de estações hidrológicas e as vazões médias de estações de captação de água.

Deverão ser executadas duas campanhas de monitoramento de vazão no corpo receptor, em marés de sizígia e quadratura em mês representativo da estação de inverno, devendo-se apresentar as metodologias de aquisição e processamento de dados.

#### **4.2.6 Ventos**

Os dados de vento deverão ser obtidos a partir de medições de estações meteorológicas representativas da região costeira para a composição da série temporal de dados medidos, optando-se pelo emprego dos dados provenientes de estações (1) com o maior período de medição, com pelo menos 5 (cinco) anos ininterruptos de medição e (2) mais próximas da região de interesse. De forma complementar, pode ser empregada base de dados de reanálise obtidos de modelos climatológicos, desde que o ponto definido se insira na escala de interesse da modelagem, ou seja, dentro dos limites da plataforma continental interna da região a ser modelada e o mais próximo da linha de costa.

Os dados de ventos devem ser apresentados na forma de tabelas (direção x porcentagem de ocorrência) e rosas dos ventos, contemplando a composição dos ventos processados para todo o período abrangido, para a estação característica do período de inverno e para o período de coleta de dados de maré.

#### **4.2.7 Qualidade de Água do Estuário e Região Costeira**

A partir dos resultados das análises de qualidade da água obtidos no item 3.2 deste TR, deverão ser definidas:

- 1) Concentrações de referência para os parâmetros estudados, para utilização como carga de constituintes afluentes ao domínio durante os cenários de modelagem;
- 2) Características da qualidade de água;
- 3) Concentrações de referência para os parâmetros considerando o enquadramento do corpo receptor.

Dentre os parâmetros de análise de qualidade de água definidos no item 3.2 deste TR, deverão ser indicados e justificados aqueles que serão utilizados na avaliação da capacidade de suporte do corpo de água receptor. Recomenda-se que além dos parâmetros DBO e OD comumente modelados nas simulações de lançamento dos efluentes da ETE, sejam empregados outros dois parâmetros representativas de qualidade de água e eficiência do sistema de tratamento. Sugere-se avaliar dentre os demais parâmetros, o emprego do Nitrato, Nitrogênio amoniacal total, Fósforo total e/ou coliformes termotolerantes (*E. coli*).

### **4.3 SIMULAÇÕES**

Os dados ambientais adquiridos deverão servir de entrada e aplicados no sistema de modelagem numérica para simulações de hidrodinâmica, qualidade ambiental e capacidade suporte do corpo de água receptor, considerando as características dos efluentes a serem lançados e condições de operação do sistema. Deverão ser realizadas simulações para a calibração do modelo e simulações com cenários atuais e projetados. Deverão ser apresentados e justificados (objetivos) os cenários de simulação adotados.



A execução do modelo numérico deverá contemplar três etapas:

ETAPA 1 - Calibração do modelo;

ETAPA 2 - Simulação da situação atual da qualidade de água da área de estudo;

ETAPA 3 – Simulação projetada da qualidade de água da área de estudo.

#### **4.3.1 ETAPA 1 - Calibração do Modelo**

Esta etapa consiste na utilização de dados ambientais obtidos *in situ* para ajuste do modelo e sua calibração, a qual deverá envolver três níveis de avaliação, ou seja, geométrica, hidrodinâmica e de qualidade de água. Para cada nível de calibração deverão ser indicados e justificados os parâmetros empregados para o ajuste do modelo. De forma a avaliar as coerências mínimas verificadas entre os valores medidos e aqueles computados nos processos de calibração, deverão ser realizados, no mínimo, três testes estatísticos e apresentada a interpretação de seus resultados.

##### **4.3.1.1 Calibração Geométrica**

Esta calibração consiste em aferir se a modelagem digital do terreno do domínio de modelagem representa adequadamente os contornos, malha de discretização e a batimetria da região de interesse.

##### **4.3.1.2 Calibração Hidrodinâmica**

Esta calibração consiste em verificar se o modelo hidrodinâmico representa adequadamente a variação de níveis de água e vazões na região de interesse.

##### **4.3.1.3 Calibração de Qualidade de Água**

Esta calibração consiste em aferir se os modelos de transporte de escalares são capazes de representar adequadamente as concentrações de parâmetros de qualidade de água ao longo do tempo. Nesta calibração devem ser empregados obrigatoriamente os resultados das campanhas de monitoramento de salinidade obtidos no item 4.2.4 deste TR e dos parâmetros de referência representativos de qualidade de água e de eficiência do sistema de tratamento indicados no item 4.2.7 deste TR.

#### **4.3.2 ETAPA 2 - Simulação Hidrodinâmica e da Situação Atual da Qualidade de Água**

Nesta etapa deverão ser realizadas modelagens da caracterização hidrodinâmica e simulações da situação atual da qualidade de água da área de estudo. Para corpos de água receptores com característica de fechamento temporário de sua desembocadura, devem ser incluídas simulações da taxa de renovação e idade da água. O período de simulação deverá ser de no mínimo um mês lunar (29 dias), sendo recomendado empregar o mesmo período adotado no item 4.2 deste TR. Como produtos a serem apresentados, os comportamentos simulados ao longo do tempo devem ser descritos e demonstrados graficamente (comportamentos e variações ao longo do tempo) e por meio de imagens (mapas de correntes, de distribuição de concentrações etc.).

As simulações da situação atual da qualidade de água devem contemplar os parâmetros de referência representativos de qualidade de água e de eficiência do sistema de tratamento indicados no item 4.2.7 deste TR. Caso o estudo contemple a ampliação de ETE já implantada, deverão ser consideradas as atuais vazões da ETE.



#### **4.3.3 ETAPA 3 - Simulação Projetada da Qualidade de Água**

As simulações da situação projetada da qualidade de água da área de estudo devem caracterizar o ambiente após a implantação ou ampliação da ETE, com ênfase nos parâmetros de referência e observadas as características do projeto. Assim como para a etapa anterior, recomenda-se empregar o mesmo período de simulação adotado no item 4.2 deste TR. Nesta etapa, deverão ser consideradas as situações mais críticas de projeto e da região de interesse, ou seja, vazão final máxima projetada, condição mínima de eficiência, menor vazão de referência do corpo receptor e condições críticas de comportamento da maré.

#### **4.4 PROCESSO DE VALIDAÇÃO DO MODELO**

Para a confiabilidade dos resultados da modelagem numérica é imprescindível a apresentação gráfica e numérica da validação dos dados fornecidos pelo modelo em relação a outro conjunto de dados coletados em campo, independentes daqueles usados na calibração. Assim como para a etapa de calibração, deverão ser indicados e justificados os parâmetros empregados para a avaliação do modelo, devendo ser realizados, no mínimo, três testes estatísticos e apresentada a interpretação de seus resultados.

### **5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO LANÇAMENTO**

Os resultados das simulações deverão ser interpretados com vistas à avaliação das alterações da qualidade ambiental do corpo receptor e para a definição da capacidade suporte do corpo receptor para cada parâmetro de qualidade simulado, com base na comparação entre os cenários atuais e projetados e nos padrões de qualidade de água preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

A definição da Área de Influência do Lançamento deverá ter por base a identificação das extensões das Zonas de Mistura Legal (ZML) dos parâmetros simulados, as quais deverão ser justificadas e apresentadas por meio de mapa. A partir dessa definição e considerando os resultados de simulações, deverá ser proposta a rede amostral das estações de monitoramento de qualidade da água ao longo do corpo receptor e área costeira adjacente, com vista ao acompanhamento no âmbito do licenciamento ambiental da atividade.

Além disso, deverá ser apresentado, de forma clara e expressa, o cálculo, e respectivo resultado, relativo à Concentração do Efluente no Corpo Receptor – CECR, nos termos da Resolução CONAMA 430/2011, sendo que, para corpos receptores confinados por calhas (rio, córregos, etc.), a CECR será calculada pela fórmula  $CECR = [(vazão\ do\ efluente) / (vazão\ do\ efluente + vazão\ de\ referência\ do\ corpo\ receptor)] \times 100$ . Entretanto, em se tratando de áreas marinhas, estuarinas e lagos, a CECR será estabelecida com base no estudo da dispersão física do efluente no corpo hídrico receptor, sendo limitada pela zona de mistura definida.

### **6. CONCLUSÃO**

Deverá ser apresentada, de forma consolidada, uma avaliação das interferências das atividades de implantação e operação do empreendimento sobre a qualidade dos recursos hídricos, fornecendo informações a respeito da viabilidade ambiental deste projeto considerando a legislação vigente.



## **7. EQUIPE TÉCNICA**

Nesse item deverá ser detalhada toda a equipe técnica responsável por cada tema estudado, sendo informada ainda a formação acadêmica, titulação e registro profissional de cada profissional envolvido.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Deverão ser citadas todas as obras e fontes dos materiais empregados no estudo, utilizando-se, para tal, os padrões e Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

## **9. ANEXOS**

Nos anexos devem constar os Laudos Laboratoriais, Cadeia de Custódia e demais documentos que deram suporte à elaboração do estudo, assim como a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART pela elaboração do estudo.