

IV-114 – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ALTERNATIVAS PARA COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO ALTO TIETÊ

Luiz Henrique Werneck de Oliveira ⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista pela Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia (EEM/IMT). Cientista Social pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutorando em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC. Consultor da COBRAPE.

Carolina Harue Nakamura

Engenheira Química pela Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia (EEM/IMT). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Faculdade de Engenharia de Bauru, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEB/UNESP). Engenheira da COBRAPE.

José Antônio Oliveira de Jesus

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Doutor em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Engenheiro da COBRAPE.

Carlos Alberto Amaral de Oliveira Pereira

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Diretor da COBRAPE.

Hélio César Suleiman

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB). Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Diretor Presidente da Fundação Agência das Bacias Hidrográficas do Alto Tietê (FABHAT).

Endereço⁽¹⁾: COBRAPE – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos - Rua Fradique Coutinho, 212 - 9º andar - Pinheiros - São Paulo - SP - CEP: 05416-000 - Brasil - Tel: (11) 3897-8000 - e-mail: carolinanakamura@cobrape.com.br

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, inserida quase que integralmente nos limites da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), apresenta elevada concentração urbana e intensa atividade econômica industrial, além de áreas destinadas à atividade agropecuária. O conjunto destas três vertentes fazem com que a demanda pelos recursos hídricos na região seja cada vez maior, principalmente por estar localizada em uma área de cabeceira de rios, com menor capacidade de diluição de poluentes, podendo ocorrer a geração de impactos negativos sobre a qualidade da água dos rios e mananciais da Bacia. A deterioração da qualidade da água, provocada sobretudo pelo aporte de esgoto doméstico, possibilitou a realização de diversos estudos que utilizaram modelos matemáticos de qualidade da água como ferramentas de apoio. Neste sentido, na atualização do Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT), em 2017/2018, foi avaliada, na etapa de prognóstico, a influência de alternativas para coleta e tratamento de esgotos sobre a qualidade da água dos três principais cursos d'água da Bacia do Alto Tietê - rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí -, a partir da utilização do modelo matemático de qualidade da água QUAL2E. Os resultados das simulações identificaram que a realização de investimentos em infraestrutura no sistema de esgotamento sanitário, em longo prazo, é essencial, e influenciam fortemente a recuperação e a manutenção da qualidade da água dos cursos d'água da Bacia do Alto Tietê.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo matemático, qualidade da água, Alto Tietê.

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, inserida quase que integralmente nos limites da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), nasce no Parque Ecológico do Tietê, no município de Salesópolis, e se estende até a Barragem de Rasgão, em Pirapora de Bom Jesus. Abriga, em seu território, parcial ou integralmente, 40 municípios, sendo que três deles não se encontram nos limites da RMSP. A Bacia está subdividida em seis sub-bacias hidrográficas (Cabeceiras, Billings-Tamanduateí, Cotia-Guarapiranga, Juqueri-Cantareira, Penha-

Pinheiros e Pinheiros-Pirapora), definidas em função das características hidrológicas e topográficas da região (CBH-AT, 2009).

Ao longo das últimas décadas, a Bacia do Alto Tietê vem sofrendo com a forte pressão da urbanização, o que provoca uma série de conflitos, principalmente concernentes aos recursos hídricos, ocasionando um aumento em sua demanda, por estar localizada em uma região de cabeceiras, podendo produzir impactos negativos sobre a qualidade das águas de rios e mananciais da região.

Em função da deterioração da qualidade da água da Bacia, diversos estudos foram desenvolvidos com auxílio de modelos matemáticos de qualidade da água no decorrer dos últimos anos, como o Plano de Despoluição do Rio Tietê, elaborado em 1992 e, mais recentemente, o Plano de Modernização do Tratamento de Esgotos na Região Metropolitana de São Paulo (PLAMTE) (BUZZELA *et al.*, 2017) e o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT) (CBH-AT, 2018).

Os modelos matemáticos de qualidade da água são ferramentas de apoio importantes para auxiliar na gestão e planejamento de ações destinadas a mitigar impactos de lançamentos de cargas poluidoras nos corpos hídricos. Com eles, é possível viabilizar a tomada de decisões e obter uma melhor compreensão dos corpos d'água da bacia em estudo, através de uma visualização integrada, com associação de informações físicas, químicas e biológicas.

Neste sentido, na atualização do PBH-AT, em 2017/2018, a Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT) incluiu a avaliação do prognóstico da qualidade das águas da Bacia do Alto Tietê (CBH-AT, 2018), utilizando o modelo de qualidade da água QUAL2E.

OBJETIVO

O escopo deste estudo é avaliar a influência de alternativas para coleta e tratamento de esgotos sobre a qualidade da água dos três principais cursos d'água da Bacia do Alto Tietê (rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí), a partir da utilização do modelo matemático de qualidade da água QUAL2E, um instrumento amplamente empregado no auxílio à gestão e ao planejamento desta bacia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo matemático de água utilizado para a avaliação da qualidade da água da Bacia do Alto Tietê foi *Stream Water Quality Model* (QUAL2E), desenvolvido através de um convênio firmado entre o *National Council for Air and Stream Improvement* (NCASI) e a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA). Este modelo foi amplamente empregado em diversos estudos realizados na Bacia do Alto Tietê, como a preparação/monitoramento do Projeto Tietê - 1ª e 2ª etapas, a revisão do Plano Diretor de Esgotos da RMSP 2010 - PDE (SABESP, 2010) e a recente revisão do PBH-AT (CBH-AT, 2018), apresentando resultados que auxiliaram na gestão dos recursos hídricos da Bacia.

O QUAL2E é um modelo unidimensional, aplicável em rios de formação dendrítica e bem misturados, e assume que os principais mecanismos de transporte, a advecção e a dispersão, são significativos somente ao longo da direção do fluxo, isto é, no eixo longitudinal do rio. A sua estrutura permite localizar os afluentes e/ou efluentes do rio principal, descargas pontuais, distribuições laterais de vazões, drenagem superficial, lençóis subterrâneos, além de outras características (BROWN e BARNWELL, 1987).

O modelo é capaz de simular 15 parâmetros de qualidade da água ou qualquer combinação desejada pelo usuário, a saber: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura, clorofila-a, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo orgânico, fósforo dissolvido, coliformes, constituinte não conservativo arbitrário, e três constituintes conservativos (BROWN e BARNWELL, 1987).

A área estudada com o modelo QUAL2E é composta por três cursos d'água: pelo Rio Tietê, a partir do município de Mogi das Cruzes até o Reservatório de Rasgão, no exutório da Bacia do Alto Tietê, compreendendo 147 km de extensão; pelo Rio Pinheiros, do Reservatório Billings até a confluência com o Rio Tietê, totalizando 26 km de extensão; e pelo Rio Tamanduateí, com início da simulação a 1 km a montante da foz do Ribeirão dos Meninos até a confluência com o Rio Tietê, compreendendo 13 km de extensão. Estes três cursos d'água foram segmentados em função de suas características geométricas, hidrológicas, as cargas atribuídas nos diversos pontos de lançamento de efluentes sobre os rios, adequando-os ao modelo matemático.

A segmentação do modelo foi realizada para permitir a simulação das três regras de operação existentes no Sistema Hídrico do Alto Tietê, que em função da regra adotada – energética, balanceada ou saneamento - condicionam o direcionamento do fluxo do Rio Pinheiros no sentido Tietê-Billings ou no sentido inverso (SABESP *et al.*, 1992). Para representar essas regras de operação, a área de estudo foi dividida em dois sistemas, *Upper* e *Lower*, de modo a viabilizar a consideração do fluxo de água nos dois sentidos ao longo dos rios Tietê e Pinheiros. Na Figura 1 está ilustrada a área de abrangência deste estudo, o estaqueamento dos rios modelados e os trechos que compõem os sistemas *Upper* e *Lower*.

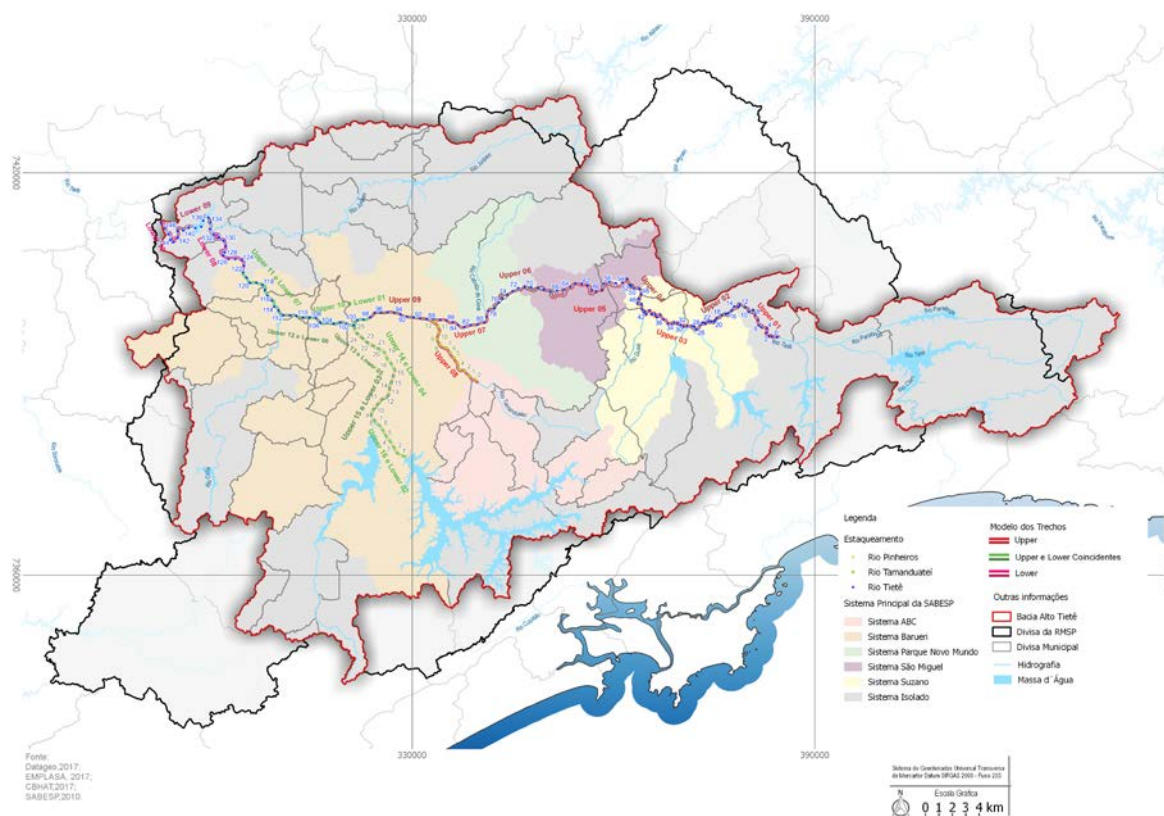


Figura 1: Área de abrangência do estudo e estaqueamento dos rios modelados

A verificação da influência das alternativas de tratamento de esgoto sobre a qualidade da água dos rios modelados foi realizada com a consideração de quatro cenários, esquematizada na Figura 2, incluindo a situação atual: (i) Cenário Atual: considera o ano de 2015 como situação atual, sendo adotadas informações concernentes ao esgotamento sanitário (vazões de esgoto gerada, coletada e de infiltração, e índices de tratamento de esgoto) e ao lançamento de efluentes industriais; (ii) Cenário Tendencial: realizado para os horizontes de 2027 e 2045, foram adotadas as projeções realizadas pela Sabesp ou pelos Planos Municipais de Saneamento Básico/Planos Municipais de Água e Esgoto (PMSBs/PMAEs) para os índices de coleta e tratamento dos efluentes e a eficiência do tratamento de esgotos (tratamento secundário); (iii) Cenário de Universalização e Avanços Tecnológicos: realizado para o horizonte de 2045, considera a universalização da coleta e do tratamento de esgotos, prevista para o ano de 2029 no Sistema Principal de Esgoto da Sabesp, e a implementação de ações extras para a redução das cargas nos corpos hídricos; e (iv) Cenário de Crescimento Vegetativo e Recuperação de Eficiência: realizado para o horizonte de 2045, considera que o planejamento da

Sabesp ou dos PMSBs/PMAEs não são plenamente concretizados, com a manutenção dos índices atuais de coleta dos efluentes.

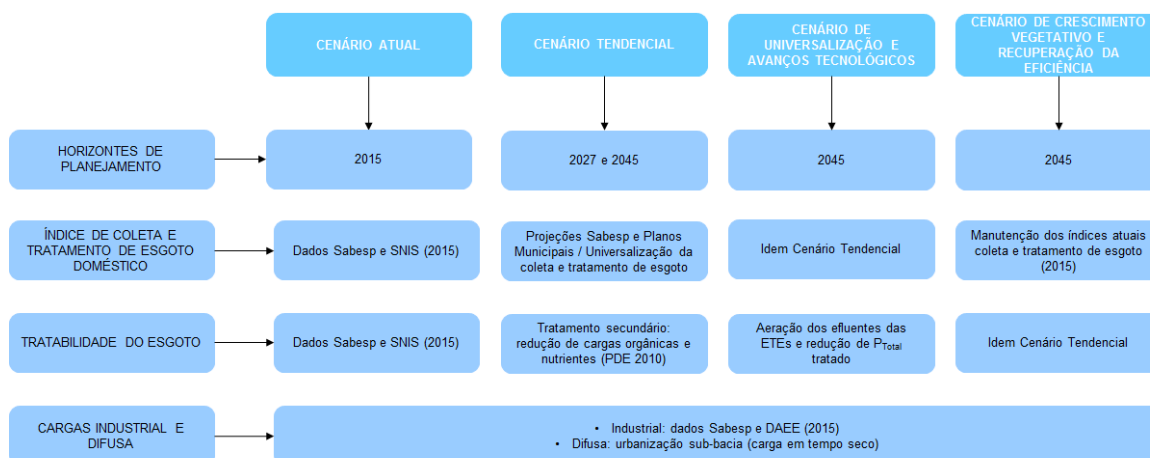


Figura 2: Cenários simulados

As cargas poluidoras consideradas neste estudo são de origem doméstica, industrial e difusa, que podem atingir o corpo d'água de forma pontual e não pontual. As cargas pontuais são provenientes de lançamentos de estações de tratamento de efluente doméstico e industrial, enquanto que as cargas não pontuais são oriundas do afastamento de esgoto coletado e não tratado, do esgoto doméstico não coletado e das cargas difusas, que estão relacionadas diretamente com o uso e ocupação do solo.

As cargas domésticas foram obtidas a partir da carga diária gerada por habitante para cada bacia de esgotamento – 54,0 g DBO/hab.dia e 1,0 g fósforo total (P_{Total})/hab.dia. Para as cargas não coletadas e lançadas diretamente aos cursos d'água considerou-se um abatimento natural (0,50 para DBO e 0,35 para P_{Total}), enquanto que as cargas dos esgotos coletados e não tratados, que representam lançamentos concentrados, não se adotou nenhum abatimento. Para as cargas tratadas foram considerados dados de concentração média do efluente medido nas cinco Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) do Sistema Principal da Sabesp. A Tabela 1 mostra as concentrações médias dos efluentes das ETES, a partir dos dados operacionais de monitoramento da Sabesp para o ano de 2015. Para os cenários futuros, as concentrações futuras do efluente tratado foram baseadas no PDE (SABESP, 2010) apresentadas por Buzzella *et al.* (2017), utilizando projeções populacionais preparadas pela Fundação SEADE para a Sabesp (SABESP, 2017).

Tabela 1: Concentrações médias das ETES do Sistema Principal Sabesp - Cenários Atual e Futuros

Sistema	DBO (mg/L)		P_{Total} (mg/L)	
	2015 ⁽¹⁾	2045 ⁽²⁾	2015 ⁽¹⁾	2045 ⁽²⁾
ABC	42,0	14,0	2,1	1,5
Barueri	109,0	15,0	3,9	1,4
Parque Novo Mundo	71,0	15,0	5,3	1,6
São Miguel	19,0	16,0	2,1	1,7
Suzano	29,0	15,0	2,2	1,6

Fonte: ⁽¹⁾ SABESP, 2017; ⁽²⁾ SABESP, 2010 *apud* BUZZELLA *et al.*, 2017.

As cargas difusas foram estimadas a partir do uso do solo, utilizando-se coeficientes de geração que variam de acordo com o nível de urbanização da bacia de esgotamento, com unidade $kg/dia/km^2$, cujas taxas unitárias adotadas, típicas de tempo seco, foram extraídas de Sabesp *et al.* (1992).

As cargas industriais foram estimadas de duas formas distintas: (i) lançamento direto aos corpos hídricos: considerou os dados de outorga do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), ano de referência 2015, e, quando da ausência de concentração de DBO e P_{Total} no cadastro de outorgas, atribuiu-se as concentração típicas de ambos os parâmetros constantes em NOAA (1983) e CETESB (2002); e (ii) lançamento em Sistema de Esgotamento: considerou informações do estudo do PDE (SABESP, 2010) e as vazões disponibilizadas pela Sabesp para os anos de 2015, 2027 e 2045.

Em todos os cenários, as simulações foram realizadas para as vazões média ($Q_{média}$) e mínima ($Q_{mínima}$), as cargas industriais lançadas diretamente aos rios e as cargas difusas foram mantidas constantes e os parâmetros adotados para análise da qualidade da água foram DBO, OD e P_{Total} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o resumo das cargas geradas e afluentes de DBO e P_{Total} em todos os cenários estudados.

Tabela 2: Resumo das cargas de DBO e P_{Total} nos cenários estudados

Cenário		Cargas Geradas		Cargas Afluentes aos Rios					
		Esgoto doméstico	Difusas	Remanescentes de Esgotos Domésticos		Remanescentes Industriais		Difusas	TOTAL
				Tratados em ETEs	Não Tratados	Tratados em ETEs	Tratados nas próprias indústrias		
DBO (kg/dia)									
2015	Atual	1.082.769	20.301	97.329	529.930	4.213	19.297	20.301	671.071
2027	Tendencial	1.170.726	20.323	54.331	83.168	1.581	8.880	20.323	168.282
2045	Tendencial	1.207.399	20.290	60.825	41.463	1.690	7.911	20.290	132.180
2045	Universalização e Avanços	1.207.399	20.290	60.825	41.463	1.690	7.911	20.290	132.180
2045	Vegetativo e Eficiência	1.207.399	20.290	31.160	623.965	1.752	7.911	20.290	685.077
P _{Total} (kg/dia)									
2015	Atual	20.050	283	4.448	9.188	6,3	57	283	13.984
2027	Tendencial	21.681	284	5.576	1.321	5,9	57	284	7.246
2045	Tendencial	22.360	283	6.235	537	6,5	57	283	7.120
2045	Universalização e Avanços	22.360	283	1.096	537	0,7	57	283	1.974
2045	Vegetativo e Eficiência	22.360	283	444	11.325	0,7	57	283	12.109

Nota-se que há um aumento das cargas de DBO geradas pelo esgoto doméstico de 8,0% no período de 2015 a 2027, e de 11,5% em 2045, acompanhando a tendência do crescimento populacional dos horizontes de planejamento. Com a adoção de investimentos em infraestrutura sanitária (Cenário de Universalização e Avanços Tecnológicos), observa-se que ocorreu um incremento das cargas de DBO conduzidas para ETE e, consequentemente, a correspondente diminuição das cargas afluentes ao rio em relação ao Cenário Atual, passando de 49,0% em relação ao gerado em 2015, para 3,5% em 2045. Em um outro cenário (Crescimento Vegetativo e Recuperação de Eficiência), as cargas de DBO afluentes aos cursos d'água em 2045 superaram os valores observados no Cenário Atual.

Com a implementação de técnicas avançadas de tratamento nas ETEs, proposta pelo Cenário de Universalização e Avanços Tecnológicos, com base no sugerido por Buzzela *et al.* (2017), as cargas de P_{Total} foram reduzidas em 86,0%, quando comparadas com as cargas do Cenário Atual.

Os perfis de concentração dos parâmetros modelados OD, DBO, P_{total} estão apresentados nas Figuras 3 e 4. A primeira figura é referente à calibração do modelo de qualidade da água, tanto para a $Q_{média}$ como para $Q_{mínima}$, enquanto que a segunda figura é referente aos cenários estudados no Rio Tietê para a $Q_{mínima}$.

A calibração do modelo de qualidade da água, representada pela Figura 3, considerou os dados relativos ao esgotamento sanitário e ao monitoramento de qualidade da água realizado pela CETESB no ano de 2015 (CETESB, 2016). Pelos gráficos, verifica-se que as curvas de concentração dos três parâmetros estiveram ajustadas aos *boxplots* dos pontos de monitoramento da CETESB.

A Figura 4 apresenta os perfis de concentração para todos os cenários simulados no Rio Tietê para a $Q_{mínima}$, com a identificação da classe de enquadramento em que se encontra o trecho simulado. As simulações do parâmetro OD indica que há trechos do Rio Tietê com anaerobiose nos Cenários Atual e Tendencial, e que, já no quilômetro zero (km 0) da simulação, em Mogi das Cruzes, o Rio Tietê apresenta valores de OD relativamente baixos, da ordem de 3 mg/L, abaixo do mínimo recomendável para a manutenção da vida aquática. Ao realizar investimentos em infraestrutura sanitária, o trecho que se encontrava em anaerobiose passa a apresentar aumento na concentração de OD e, com isso, há a redução do cheiro característico de esgoto em fermentação anaeróbica, bem como o atendimento aos limites da legislação vigente.

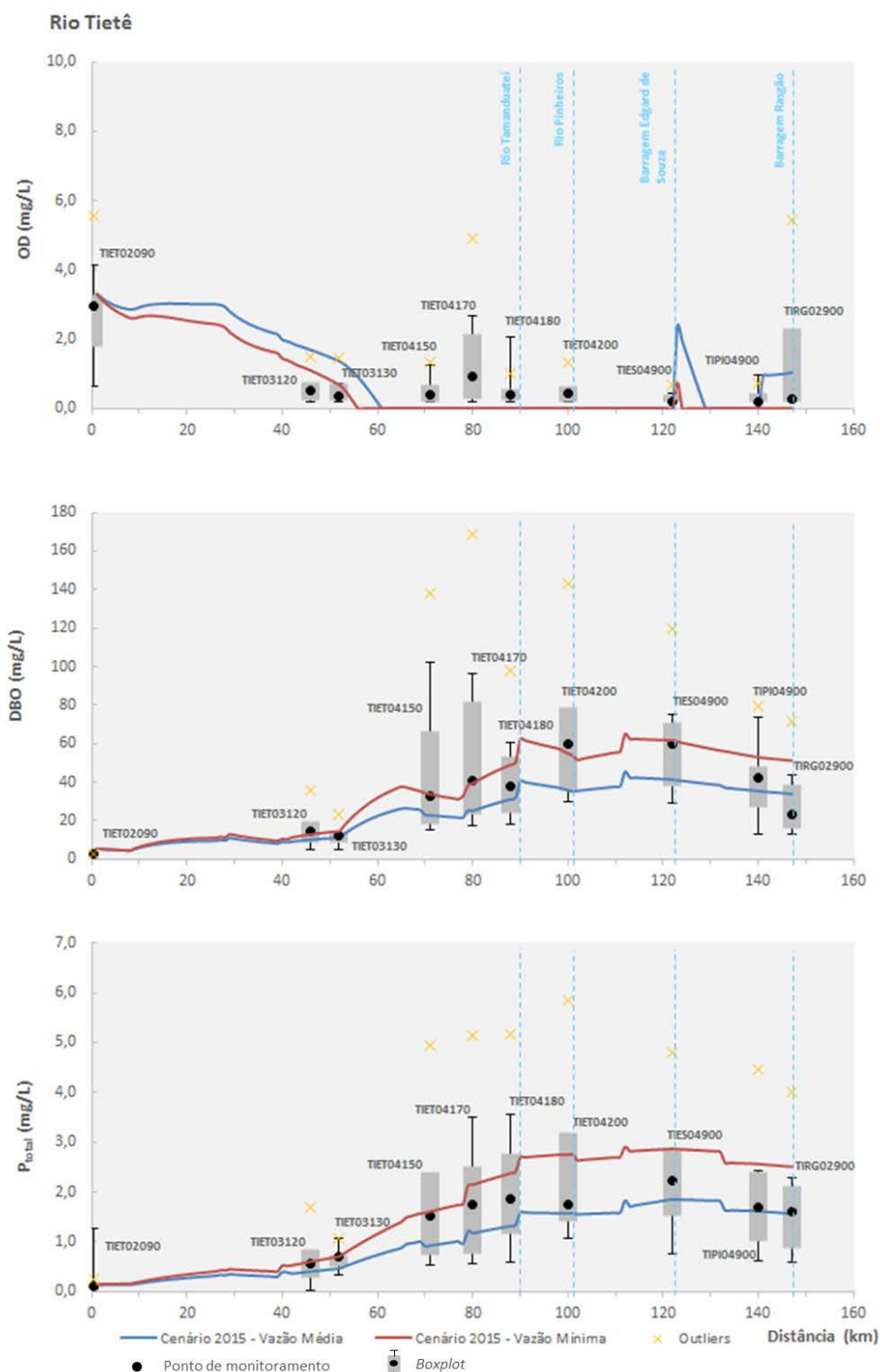


Figura 3: Calibração dos parâmetros OD, DBO e P_{Total} no Rio Tietê

Para a DBO, o Cenário Tendencial e o Cenário de Universalização garantem o atendimento à Resolução CONAMA 357/2005 nos trechos enquadrados nas classes 2 e 3, à exceção do trecho que se encontra a, aproximadamente, 8 km a montante da Barragem de Rasgão. No trecho de classe 4, apesar de não serem estabelecidos padrões para DBO, nota-se que os investimentos em infraestrutura sanitária contribuem para uma redução significativa nas concentrações deste parâmetro ao longo de todo o trecho modelado.

Em todo o trecho simulado do Rio Tietê, as concentrações de P_{Total} estão acima dos limites preconizados para as classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), apresentando redução da concentração a partir do km 12 nos cenários futuros, principalmente no Cenário de Investimentos na Redução das Cargas, quando comparado com o Cenário Atual. A partir do km 65 até o km 140, a classe de enquadramento do Rio Tietê é 4, não havendo padrão de qualidade da água para este parâmetro. Apesar dos investimentos em infraestrutura sanitária terem contribuído para a diminuição de sua concentração, nota-se que ainda não foi possível atender aos padrões de qualidade da água da legislação vigente para as classes 2 e 3.

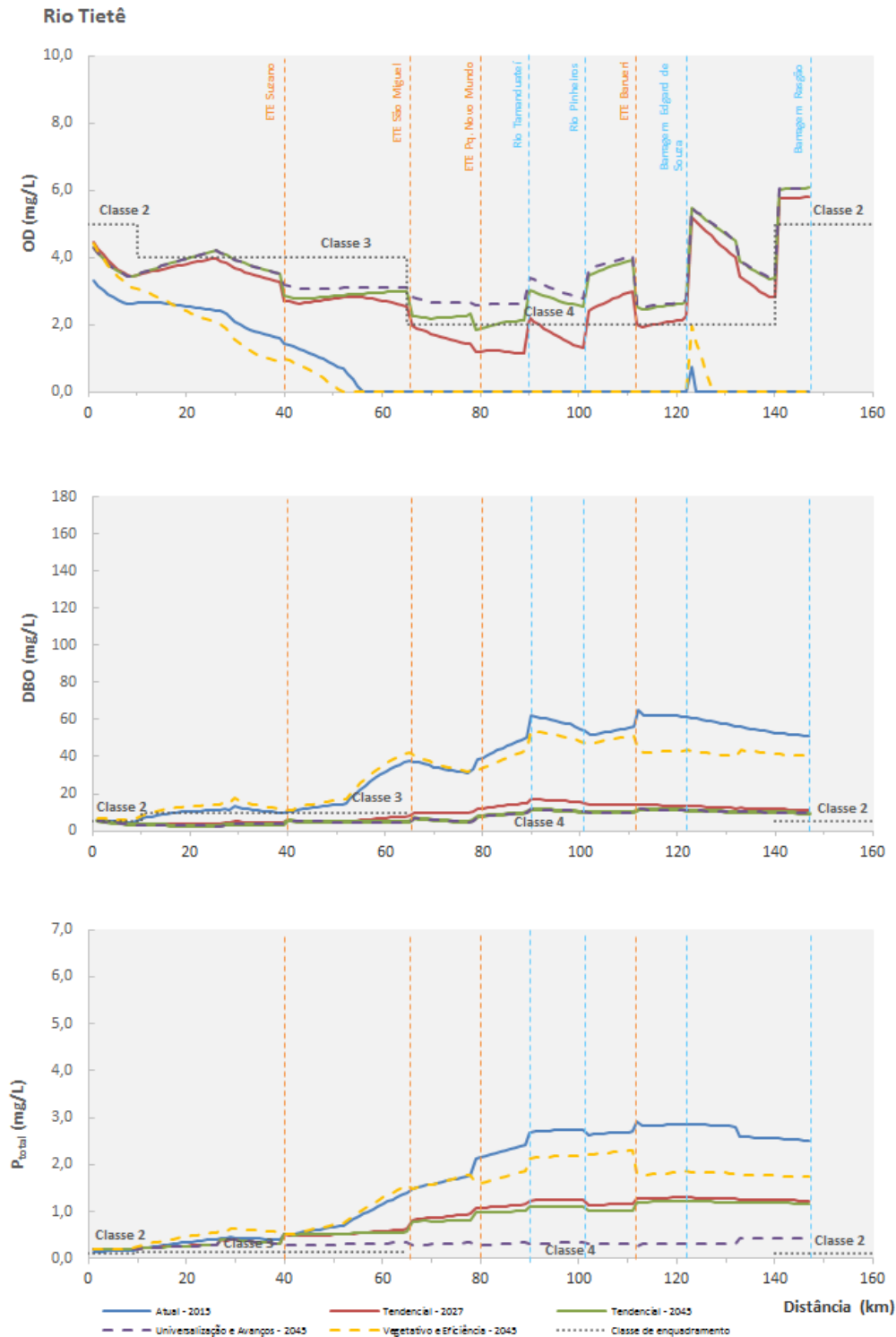


Figura 4: Perfis de concentração de OD, DBO e P_{Total} no Rio Tietê para vazão mínima

CONCLUSÕES

Em todos os cenários simulados, os resultados evidenciam que o aporte de cargas de esgotos domésticos influencia fortemente sobre a qualidade da água dos cursos d'água da Bacia do Alto Tietê. Estas evidências podem ser constatadas nas simulações em que o tratamento secundário considerado no Cenário Tendencial não foi suficiente para atender os limites preconizados pela legislação vigente para todos os parâmetros simulados, principalmente para P_{Total} , parâmetro para o qual a compatibilidade com às classes 2 e 3 foi nula. A adoção de tecnologias concernentes ao tratamento terciário melhora significativamente as condições qualitativas do Rio Tietê, porém há trechos em que as concentrações de OD (do trecho inicial da simulação até a ETE São Miguel), de DBO (trecho a montante à Barragem de Rasgão) e de P_{Total} (em todo o trecho simulado) não conseguiram atingir os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, necessitando tratamentos mais avançados e inovadores, como a construção de cascatas artificiais, aeração de rios e efluentes das ETES, implantação de *wetlands* e sistemas de flotação, entre outros.

Desta maneira, para que a qualidade da água não fique comprometida ao longo do tempo e viabilize o atendimento aos padrões de enquadramento dos corpos d'água, é recomendável que as concessionárias de saneamento caminhem, em um primeiro momento, para a universalização dos serviços de coleta e tratamento de esgotos nas ETES, com 100% de coleta e 100% de tratamento (o que envolve, a rigor, atuação não apenas do setor de saneamento, mas também de habitação de interesse social, para diminuição ou erradicação de aglomerações subnormais atualmente existentes que impedem universalizar tecnicamente a coleta de esgotos). No momento seguinte, recomenda-se realizar a remoção dos nutrientes no tratamento dos efluentes, com a implantação de ações concernentes ao tratamento terciário aliadas às técnicas avançadas e inovadoras mencionados anteriormente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BROWN, L.C.; BARNWELL JR., T. O. *The enhanced stream water quality models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS: documentation and user manual*. Athens, GA: U.S. Environmental Protection Agency, 1987.
2. BUZZELLA, M. M.; RAMIN, M. G.; ANTUNES, A. C. G.; GUIMARÃES, P. P. O.; LEIFERT, S. Avaliação do impacto de diferentes alternativas de tratamento de esgoto na qualidade da água do Rio Tietê. In: Congresso ABES/FENASAN, 29, 2017, São Paulo. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: ABES, 2017.
3. CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. *Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. São Paulo: FUSP, 2009.
4. CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. *Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. São Paulo: Consórcio COBRAPE/JNS, 2018.
5. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Relatório de acompanhamento do Projeto Tietê*. São Paulo: CETESB, 2002.
6. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2015*. São Paulo: CETESB, 2016. 287 p.
7. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 mar. 2005.
8. NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. *The National coastal pollutant discharge inventory (NCPDI): point source methods document*. Silver Spring: NOAA, 1993.
9. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo; CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Plano de despoluição do Rio Tietê: Região Metropolitana de São Paulo, documento de pedido de financiamento*. São Paulo: COBRAPE/CDM, 1992.
10. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo – PDE-2010*. São Paulo: Consórcio COBRAPE/CONCREMAT, 2010.
11. SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Dados populacionais e de vazões de esgoto doméstico e industrial*. São Paulo: Sabesp, 2017.