

O tratamento mínimo definido na legislação federal (CONAMA 420/2011) para o lançamento de efluentes sanitários em emissários submarinos é suficiente para garantir a preservação ambiental dos corpos de água?

Para responder a essa pergunta, a Revista DAE pediu a especialistas de saneamento para apresentarem suas visões. O resultado foram três opiniões diferentes que integram esse Ponto de Vista.

Eduardo P. Jordão*

Pré-tratamento para lançamentos submarinos - até onde tratar?

A pergunta que dá título a este ensaio (Pré-tratamento para lançamentos submarinos - até onde tratar?) é feita repetidas vezes, e a resposta mais adequada seria simplesmente: o mínimo possível! Na verdade, quando se fala de um bom projeto de emissário, longo, com difusores corretamente dimensionados, lançando a grande profundidade, a enorme energia naturalmente existente no mar, a disponibilidade quase ilimitada de oxigênio dissolvido, a diluição inicial proporcionada pela intensidade da mistura, vão mostrar-se equivalentes aos processos clássicos de sedimentação ou flotação, e aos processos biológicos, resultando em um impacto insignificante no corpo d'água marinho.

De imediato a DBO irá reduzir-se a algo entre 1,5 e 3 mg/L: admita um efluente bruto com DBO de 300 mg/L, sujeito, no ponto de lançamento, a uma diluição inicial de 100:1 ou 200:1, o que é comum. Imediatamente a DBO seria reduzida a 3 ou a 1,5 mg/L. Que oneroso

tratamento secundário nos conduziria a este resultado?

Se assim a matéria orgânica - representada pela DBO - não é fonte de preocupação, veja agora o que acontecerá com o material leve e fino, capaz de flutuar no mar: irá simplesmente flutuar com a pluma que é formada, podendo alcançar a superfície, ou simplesmente vagar ao sabor das correntes e dos ventos, eventualmente mantendo-se submersa, de acordo com as características de estratificação da coluna marinha. Caso esta "mancha" aflore à superfície, causará uma "poluição visual", e se chegar às praias uma "poluição costeira". Torna-se assim importante remover antes, no efluente a ser lançado, a matéria sólida leve, capaz de flutuar, já que os sólidos grosseiros mais pesados serão naturalmente retidos nas operações de gradeamento médio e fino nas elevatórias, ou sedimentarão no fundo do mar.

A remoção dos materiais leves capazes de flutuar é facilmente feita em unidades de gradeamento que se denominam justamente peneiras, ou milipeneiras, e têm espaçamentos

(*) Eduardo Pacheco Jordão é Pesquisador Visitante Emérito da FAPERJ na Escola Politécnica da UFRJ.

entre fios ou barras tão pequenos como 1,5 ou 1,0 ou 0,5 mm. São disponíveis quase sempre na forma de tambores rotativos – os “rototrainers”, os “contrashears”, e dispositivos semelhantes. Estas unidades têm apresentado muito boa eficiência, e os principais resultados publicados são os do lançamento submarino da Nova Zelândia (tabela seguinte, Bannantyne e Speir, 1987). Na estação de condicionamento do emissário de Santos a remoção média de Sólidos em Suspensão em 2012 foi de 35%, semelhante ao que se obtinha em antiga ETE da CEDAE na cidade de Niterói (na verdade, as peneiras neste caso substituíam decantadores primários na estação de tratamento).

Observa-se uma razoável remoção de gordura, e eficiente redução de sólidos flutuantes, o que é fundamental, se for mesmo desejado remover sólidos que tendem a se manter na superfície ocasionando um péssimo aspecto estético no mar. Comparando os resultados mostrados na tabela, vê-se que peneiras de 0,5 e de 1,0 mm apresentam excelente resultado em relação à eficiência de remoção de sólidos flutuantes. É bom lembrar ainda que é possível também que a “pluma” formada se mantenha submersa. Nos emissários de São Paulo, o pré-tratamento tem sido por meio de grades, caixas de areia e milipeneiras, apresentando ótimo resultado.

Outro constituinte que se deve remover previamente ao lançamento é a areia presente no

fluxo de esgotos, com fins de evitar abrasão na tubulação do emissário. Esta remoção se faz na forma clássica da desarenação, normalmente com desarenadores mecanizados.

Vê-se assim que o pré-tratamento de emissários submarinos é muito simples, sendo bastante um tratamento preliminar bem dimensionado: remoção de sólidos grosseiros, de sólidos flutuantes, e de areia, como é o caso dos lançamentos da SABESP na costa de São Paulo. No Rio de Janeiro a CEDAE dispõe uma estação de tratamento primário antes do emissário da Barra da Tijuca – uma concepção totalmente desnecessária e onerosa, já que o tratamento primário irá remover, além dos sólidos em suspensão e flutuantes, uma parcela da DBO, que naturalmente já será diluída e dispersa no jato inicial no mar. Para não falar do lodo gerado no tratamento primário, que deverá ser estabilizado e transportado para bota-fora.

Finalmente, uma palavra sobre a desinfecção que é muitas vezes praticada: em termos de segurança à saúde, o que se deseja em um lançamento submarino, é que se qualquer parcela do efluente lançado alcançar a costa e a zona de balneabilidade, não apresente risco de contaminação aos banhistas, o que se mede pelo teor de coliformes fecais CF, ou outro indicador equivalente. Desde o jato inicial do lançamento, e durante o trajeto desde a pluma formada até a costa, terá decorrido um determinado tempo; o que se deseja é que

	Peneira de 0,5 mm	Peneira de 1,0 mm	Equivalência de um Decantador Primário
Sólidos sedimentáveis	43	23	95 - 100
Sólidos em suspensão	15	10	50
Óleos e Graxas	43	30	50 - 55
Sólidos flutuantes	99	96	95 - 100

Fonte: Bannantyne e Speir, 1987, *New Zealand Outfall*

Eficiência de remoção de sólidos (%) com peneiras em pré-tratamento de emissários submarinos (Lançamento em Nova Zelândia)

este tempo seja suficiente para que o decaimento dos microrganismos se dê de forma a assegurar que o teor de CF na zona de banho se mantenha dentro dos padrões legais. Evidentemente, além do decaimento ao longo do percurso em direção à costa, deve-se considerar aquele devido à mistura no lançamento propriamente dito e às condições adversas da água do mar e do sol. Lembrando agora das relações entre distância, tempo e velocidade, da física, a escolha do ponto de lançamento irá levar em conta que os fenômenos de ventos e correntes, nas suas variadas formas, garantam que se chegar à costa ou à zona de banho, a pluma diluída terá percorrido esta distância em um tempo superior ao necessário ao decaimento dos organismos lançados, levando-se em consideração o “famoso” T90. Se o decaimento natural não chega a ocorrer, então uma desinfecção parcial deve ser praticada. Mas este é outro assunto, que pode ser abordado em outra ocasião. O bom mesmo, na costa brasileira, é escolher um ponto de lançamento dotado de correntes favoráveis que arrastem os efluentes para a África!

Após estas considerações, cabe comentar enfim, sobre o que estabelece a Resolução CONAMA 430/2011 (condições e padrões de lançamento de efluentes). Esta Resolução apresenta um item específico relativo aos lançamentos submarinos (art. 22), em que as premissas de pré-tratamento são apresentadas. Entre estas a exigência de que haja uma remoção mínima de 20% de Sólidos em Suspensão após a desarenação. Ora, como se observa na tabela, as peneiras não chegam a esta eficiência de remoção de SST, o que obrigaria a adoção de um tratamento primário convencional, mais oneroso, que iria requerer a digestão do lodo gerado, enfim, um processo mais caro, de operação mais complexa, desnecessário! Seria assim conveniente que este item da Resolução fosse revisto, pois não há a mínima necessidade de remoção de 20% de SST previamente aos lançamentos submarinos: os sólidos se dispersarão na pluma formada, serão arrastados com o movimento das águas, sofrerão enorme diluição e dispersão, não trarão consequências negativas ao corpo d’água marinho.

Jayme Pinto Ortiz¹ e Pedro Além Sobrinho²

Introdução

Mais de 50% da população mundial concentra-se atualmente a menos de 60 km da costa (ROBERTS et al, 2010), valor esse que pode variar sazonalmente com o aumento significativo da população no verão, como no caso do Brasil. Como consequência dessa ocupação e do lançamento indiscriminado de águas residuárias, a qualidade ambiental de diversas zonas costeiras, sem um planejamento costeiro adequado, tem se deteriorado a partir da elevada presença de organismos patogênicos, da depleção de oxigênio como resultado da degradação da matéria orgânica pelos micro-organismos e do aumento do processo de eutrofização nos ambientes costeiros com baixos padrões de circulação.

O lançamento de esgotos sanitários tratados em cidades costeiras difere conceitualmente dos lançamentos em regiões continentais, devido à

proximidade com os oceanos e mares, que possuem elevada capacidade de incorporar nos seus ciclos naturais diversas substâncias presentes no esgoto. Nesse caso a poluição é causada quando se ultrapassa essa capacidade de assimilação e dispersão dessas substâncias nos oceanos em escala temporal e espacial. No entanto, em regiões costeiras em que esse processo é favorável, a disposição oceânica de esgoto sanitário através de emissários submarinos, mesmo com tratamento preliminar, é uma alternativa muito competitiva, em termos de benefício-custo, quando comparada com outras soluções clássicas de sistemas de tratamento. Esse tipo de solução pode resultar, em alguns casos, na redução significativa dos custos de investimentos, cuja diferença, no caso do Brasil, poderia ser aplicada no saneamento básico com o aumento das redes coletoras de esgoto, de modo a tirar o país de uma posição

pouco confortável, ocupando o 85° lugar no ranking de 186 países do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, publicado pelo Programa de Desenvolvimento da ONU (PNUD) em março desse ano.

A utilização no mundo de sistemas de disposição oceânica de efluentes sanitários (SDOES)

O gerenciamento de águas residuárias, na maioria dos países com regiões costeiras favoráveis, oferece uma grande variedade de combinações entre o nível de tratamento e o projeto do emissário submarino que permite evitar os possíveis impactos negativos do efluente de esgoto sobre o corpo receptor, à saúde humana e o ecossistema, seja pela otimização da estrutura de lançamento (comprimento do emissário e sistema difusor), pela adequada seleção do ponto de lançamento ou pela implantação em combinação com o tipo de tratamento necessário antes do lançamento, que possibilite atender à legislação pertinente à qualidade da água no corpo receptor. Por outro lado, é necessário ressaltar que a diluição mínima recomendada para disposição oceânica de 100 vezes representa uma segurança a mais em relação a contaminantes que, mesmo em estações de tratamento de esgoto com níveis secundários ou terciários, não são removidos e acabam sendo descarregados em rios cujo nível de diluição é muito inferior à diluição oceânica.

Vários países no mundo tem utilizado o SDOES como uma das principais tecnologias de tratamento de efluentes sanitários em regiões costeiras (ECHAVARRI-ERASUN et al, 2010; ROBERTS, et al, 2010, BLENINGER et al, 2011). Nos Estados Unidos, por exemplo, tornou-se obrigatório que o esgoto lançado por um emissário seja tratado a nível secundário, e no estado da Flórida, o tratamento secundário deve remover matéria orgânica, sólidos em suspensão e ainda incluir desinfecção. No entanto, ROBERTS et al, 2010 enfatizam, que em alguns casos, a decisão por tratamento secundário é mais política do que uma decisão baseada em fundamentação técnica. Na Espanha tem-se adotado também tratamento secundário antes do lançamento com remoção

de matéria orgânica em termos de DBO de 50 a 70%, baseando-se em imposições ambientais da comunidade europeia, muitas vezes contestadas pelos países membros, cujas regiões costeiras são mais apropriadas à aplicação de SDOES. Diversos países do mundo ainda têm adotado o tratamento preliminar antes do lançamento no emissário submarino na conservação da qualidade das águas do corpo receptor.

A utilização no Brasil de sistemas de disposição oceânica de efluentes sanitários (SDOES)

No Brasil a concepção adotada para a grande maioria dos SDOES é a utilização do tratamento preliminar como etapa anterior ao lançamento. Essa concepção é extremamente atraente em termos econômicos quando comparada com sistemas que exigem maior nível de tratamento em terra, pois a área necessária para a instalação da mesma é menor, além dos custos operacionais serem reduzidos, sobretudo pela menor geração de lodo, cujo descarte muitas vezes se constitui em problema ambiental adicional de difícil solução. Com a aprovação da nova resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011) estabeleceu-se no Brasil a necessidade de remoção de sólidos em suspensão (SS) de no mínimo 20% antes do lançamento no emissário submarino, o que inviabiliza a utilização do tratamento preliminar como é feito hoje. Peneiras, mesmo com abertura de 0,5mm, associadas à desarenadores, não garantem a remoção de 20% de sólidos em suspensão, embora superem 90% de remoção de material flutuante.

A legislação ambiental e a tecnologia disponível

Existem duas abordagens diferentes e, até certo ponto, conflitantes, para o sistema de controle de poluição da água e para o gerenciamento de águas residuárias. A primeira abordagem apoia-se no Valor Limite de Emissão que se baseia na concentração máxima permitida de poluição de certa substância que pode ser lançada a partir de uma fonte específica em um ambiente aquático. A segunda abordagem, mais flexível, denominada

¹ Professor Associado III da Escola Politécnica – Universidade de São Paulo e Professor Pleno do Instituto Mauá de Tecnologia

² Professor Titular da Escola Politécnica – Universidade de São Paulo

Padrões de Qualidade Ambiental é baseada na qualidade da água, podendo-se estabelecer limites de emissão adicional. Nesse caso incorpora-se o conceito de Zona de Mistura, que pode ser definida como uma região de não conformidade com os padrões de qualidade da água.

O processo de Zona de Mistura está diretamente ligado com o processo físico de mistura do efluente no ambiente marinho, sendo fortemente influenciado pelo projeto do sistema difusor, e pelas condições ambientais, hidrodinâmicas e de turbulência na zona de descarga que podem influir significativamente em um rápido processo de diluição.

O conceito de Zona de Mistura tem sido incorporado às legislações modernas de qualidade da água como EPA (USEPA, 1991) e Diretiva Europeia de Qualidade da Água (EC, 2008). A zona de mistura, todavia, não pode ser considerada como uma região fixa, mas avaliada para cada caso de lançamento.

No Brasil o conceito de zona de mistura foi introduzido na resolução CONAMA 430. A aplicação de técnicas de modelagem hidrodinâmica e de qualidade da água em estudos de SDOES tem sido muito importante na simulação da pluma de efluente na zona de mistura, definindo sua extensão e as condições de balneabilidade. A resolução CONAMA 430 inviabiliza o tratamento preliminar e conduz à necessidade de tratamento primário, o que acabaria dando uma eficiência de cerca de 50 a 55% de remoção de SS e resultaria na necessidade de tratamento e disposição do lodo gerado, com custos elevados. Nesse caso, seria essencial a aplicação de ferramentas computacionais e de metodologias de monitoramento aplicadas à zona de mistura para a verificação das alternativas de projeto e de operação do SDOES à luz das diretrizes e limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente ou até mesmo propondo subsídios ao aperfeiçoamento contínuo dessa mesma legislação.

A utilização de SDOES como uma alternativa aos sistemas de tratamento exclusivamente em terra em regiões costeiras é uma técnica competitiva em termos de relação benefício-custo, inclusive ambiental, cujas vantagens e desvantagens devem ser avaliadas para cada cenário de região costeira, dando subsídios para a tomada de decisão política, que muitas vezes é influenciada por diversos outros fatores, inclusive ideológicos.

A discussão do assunto é atual em todo o mundo sendo tema de congressos internacionais, workshops e reuniões de comitês especialistas. Em São Paulo, sob a iniciativa da CETESB/EPUSP foi realizado em 2003 um workshop internacional para discutir o tema (LAMPARELLI; ORTIZ, 2006).

No Brasil, com seus 8500 km de costa, tem-se experiência na construção e operação de emissários submarinos para a disposição de efluente sanitário. Rio de Janeiro tem a experiência dos emissários de Ipanema, Niterói e Barra. São Paulo tem a experiência dos emissários de Santos, Praia Grande, Guarujá, São Sebastião e Ilha Bela. Existem grupos de pesquisa já constituídos em Universidades brasileiras dedicados ao estudo do tema, como, por exemplo, na USP, na UFRJ, dentre outras. Esses grupos têm um papel muito importante no desenvolvimento de técnicas de modelagem física, computacional e de estudos de campo para subsidiar a tomada de decisão no que se refere à implantação de SDOES, considerando a nova resolução CONAMA 430. Essa resolução traz à luz, a necessidade de reavaliar os sistemas atualmente em operação em termos, do tratamento prévio antes do lançamento. Por outro lado, introduz o conceito de zona de mistura, cuja modelagem poderia conduzir a um maior relaxamento do tratamento em terra, em função do comprimento do emissário. Como exemplo, SUBTIL 2012, demonstrou que a utilização de tratamento secundário, com remoção de nutrientes para o emissário de Santos, considerando o comprimento original com lançamento na baía, não resulta, em benefício ambiental significativo para o meio ambiente marinho, quando comparado com o sistema primário quimicamente assistido. Nesse caso nem está sendo levado em conta o processo de geração de lodo que se torna cada vez mais crítico com a sofisticação do tratamento, podendo inclusive, inviabilizar o uso da solução com SDOES.

Conclusões

Apenas 46,2% da população brasileira é atendida na coleta de esgoto sanitário, e desse esgoto coletado apenas 37,9% recebe algum tipo de tratamento. De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental existe a necessidade de se investir no país, em saneamento, uma quantia da ordem de 4,5 bilhões de dólares anualmente, nos próximos 20 anos, de modo a

atender a demanda da população brasileira.

Como os recursos são finitos, é necessário uma otimização da relação benefício-custo baseada em informações tecnológicas e científicas, para a tomada de decisão dos órgãos públicos, na escolha de alternativas de sistemas de tratamento para as cidades costeiras e, nesse sentido, a resolução CONAMA 430 pode ser aperfeiçoada, à luz da tecnologia dos países mais desenvolvidos, mas, principalmente, norteada pelo desenvolvimento de tecnologia brasileira para aplicação em território nacional. A simples aplicação da resolução CONAMA 430 não garante, necessariamente, a melhor solução de preservação ambiental do corpo hídrico, sendo necessários estudos específicos para cada caso, que poderiam conduzir a uma solução técnica mais ou menos restritiva, dependendo dos cenários possíveis estabelecidos para o estudo de caso e das relações benefício-custo obtidas para cada cenário. É necessária, portanto, que a legislação ambiental seja instrumentada a partir da geração de informações tecnológicas e de uma gestão de gerência em P&D nos órgãos ambientais e nas empresas responsáveis pelos SDOES fazendo com que os estudos e pesquisa no tema possam fluir com mais rapidez e eficácia entre os grupos que atuam na área. Nesse sentido, a academia pode dar a sua contribuição.

Referências

BLENINGER,T.; JIRKA,G.; ROBERTS,P. (2011). Mixing zone regulations for marine outfall systems. In: international Symposium on Outfalls Systems, Mar del Plata. Proc., v.1, p.1-5.

BRASIL (2011). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA Resolução 430. Brasília, maio de 2011, 8 pgs.

EC (2008). European Community. Directive 2008/105/EC on environmental quality standards in the field of water policy. European Parliament, December, 2008.

ECHAVARRI-ERASUN,B.; JUANES,J.A.; PUENTE,P.; REVILLA,J.A. (2010). Coastal outfalls, a sustainable alternative for improving water quality in north-east Atlantic estuaries. J. Environ. Monit., 12, 1737-1746.

LAMPARELLI, C.C.; ORTIZ,J.P. (2006). Emissários submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento. Editores Claudia C. Lamparelli – CETESB e Jayme P. Ortiz – EPUSP. CETESB, 240 p.

ROBERTS,P.; SALAS,J.H.; REIFF,F.M.; LIBHABER,M.; LABBE,A. THOMPSON,J.C. (2010). Marine wastewater outfalls and treatment systems. IWA Publishing, London, UK.

SUBTIL,E.L. (2012). Tratamento de águas residuárias utilizando emissários submarinos: avaliação do nível de tratamento para uma disposição oceânica ambientalmente segura. Tese de doutorado – EPUSP, 217.

USEPA (1991). Technical support document for water quality-based toxics control. EPA 505/2-90-001, U.S. EPA Office of Water, Washington, DC.

Cláudia Condé Lamparelli | José Eduardo Bevilacqua | Paulo Takanori Katayama
Régis Nieto | CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Introdução

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB tem participado ativamente das reuniões realizadas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, objetivando a revisão e a elaboração de novas legislações para garantir a qualidade e proteção ao meio ambiente.

A revisão da Resolução CONAMA 357/05 fo-

cou os aspectos relativos aos padrões de emissão, uma vez que criou uma regulamentação específica para efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários e esgotos sanitários lançados por meio de emissários submarinos.

Desta forma, a referida revisão culminou na promulgação da Resolução CONAMA 430/2011, que complementou e alterou a Re-

solução CONAMA nº 357/05, estabelecendo uma remoção mínima de 20% na concentração de sólidos suspensos do esgoto bruto para lançamento submarino, enquanto que a CETESB apresentava uma proposta de se adotar uma eficiência mínima de 50% na remoção de sólidos suspensos, que poderia ser alcançada por meio da implantação de unidades de tratamento primário (decantação ou flotação).

Um dos principais impactos do lançamento de sólidos suspensos presentes nos esgotos domésticos é a introdução, principalmente de finos, que, causam alterações na coluna d'água como a redução da penetração de luz, adsorção de poluentes químicos e microbiológicos e quando são depositados no compartimento de fundo prejudicam a fauna bentônica por soterramento e asfixia e o ambiente marinho com a criação de zonas sub-óxicas (UNEP, 1996).

Os resultados obtidos por meio do monitoramento realizado pela CETESB na área de influência dos emissários de 2002 a 2009 revelaram que o principal impacto na qualidade do ambiente ocorre nos sedimentos marinhos, devido principalmente à deposição de material sedimentável. Quanto à qualidade das águas, de modo geral, não são observadas alterações significativas. Exceção feita à Baía de Santos.

Além disso, os sólidos sedimentáveis, presentes nos efluentes domésticos e constituídos principalmente por matéria orgânica particulada, acumulam-se no fundo e por não estarem sendo absorvidos pelo meio, iniciam um processo de decomposição que consome uma quantidade significativa de oxigênio criando zonas sub-óxicas (CETESB, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010).

Os dados do emissário da baía de Santos confirmam esse diagnóstico, uma vez que a análise granulométrica de seus sedimentos mostra a presença significativa de finos em sua composição, além dos resultados de potencial redox (EH) serem, em sua maioria, negativos, chegando -376 mV, típico de ambientes em avançado estágio de decomposição (Moura e Lamparelli, 2005). Da mesma forma, os subsistemas Praia Grande 1 e Praia Grande 2 também apresentaram valores de EH negativos, com acúmulo de matéria orgânica e nutrientes na região de lançamento dos efluentes (CETESB 2009).

O monitoramento da CETESB também con-

templou o levantamento da fauna bentônica de foraminíferos, que se constitui num bio-indicador da qualidade dos ambientes aquáticos. Dessa forma, com relação ao número de espécies, Santos apresentou os valores mais baixos, entre 22 e 25. Já o Saco da Capela foi a região com maior diversidade desses organismos, tendo sido identificadas 52 espécies. Esses resultados confirmam as características biogeoquímicas observadas, uma vez que as regiões com maiores concentrações de nutrientes e matéria orgânica, tendendo para um ambiente redutor e pobre em oxigênio, são aquelas que apresentam uma fauna menos abundante e menos diversificada (CETESB, 2007).

Atualmente a CETESB mantém em operação uma rede de monitoramento de qualidade das águas costeiras ao longo de toda a extensão do litoral paulista. Esse acompanhamento é realizado duas vezes por ano em 59 pontos com amostragens tanto na coluna d'água quanto no compartimento de fundo. Fazem parte deste monitoramento as áreas de influência dos emissários submarinos do Guarujá, Santos e Praia Grande 1. Os resultados mostram que as áreas de influência dos dois últimos apresentam baixos índices de qualidade das águas e alterações nos sedimentos.

Cabe destacar que a CETESB é a única agência ambiental brasileira que mantém uma rede de monitoramento de água costeira em operação, o que representa um avanço importante para o conhecimento e avaliação contínua do ambiente aquático costeiro, contribuindo para a melhoria de sua qualidade na medida em que permite a exigência de medidas e ações corretivas ao longo do tempo.

Os resultados de monitoramento confirmam, portanto, que a zona costeira paulista não apresenta condições favoráveis para diluição e dispersão de esgoto bruto pré-condicionado devido à pequena profundidade e às fracas correntes, acusando forte comprometimento dos sedimentos de fundo.

Assim sendo, outro aspecto importante é a localização do emissário. Um exemplo disso é o emissário de Santos, cujo lançamento ocorre numa baía, onde as condições de dispersão são muito desfavoráveis requerendo a implantação de melhorias nesse sistema de pre-condicionamento visto que sua disposição tem-se mostrado inadequada para a garantia da qualidade

ambiental da região (Bevilacqua et al 2005).

Dessa forma, entende-se que o padrão de emissão estabelecido no inciso V do artigo 22 da Resolução CONAMA N° 430/2011, ou seja, eficiência mínima de remoção de 20% de sólidos em suspensão totais após desarenação, factível de ser atingidos pelas Estações de Pré-Condicionamento, instaladas na maioria dos 8 emissários do Estado de São Paulo, não tem se mostrado suficiente para garantir a preservação ambiental da orla marítima do litoral paulista na sua totalidade. Assim sendo, vêm sendo formuladas pela Agência Ambiental Paulista, exigências adicionais no sentido de avançar o grau de tratamento para lançamento de esgotos por meio de emissários submarinos.

Referências

BEVILACQUA, J. E., LAMPARELLI, C. C., DE MOURA, D. O.. 2005. Sedimentos como ferramenta na avaliação do impacto de emissários submarinos In II Congresso Brasileiro de Oceanografia II Congresso Brasileiro de Oceanografia. Vitória. 2005

CETESB (São Paulo) 2007. Relatório de Monitoramento Ambiental de Emissários Submarinos. São Paulo. 106 p.

CETESB (São Paulo) 2005, 2007, 2008, 2009, 2010 - Relatório de qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo de 2004, 2006,2007,2008,2009.

GUBITOSO, S., DULEBA, W., TEODORO, A.C., LAMPARELLI, C. C. et al.. 2008. Estudo geoambiental da região circunjacente ao emissário submarino de esgoto do Araçá, São Sebastião (SP) In Revista Brasileira de Geociências. , v.38, 467-475

MOURA, D. O. e LAMPARELLI, C. C.. 2005. Monitoramento de emissários submarinos no Estado de São Paulo In II Congresso Brasileiro de Oceanografia II Congresso Brasileiro de Oceanografia Vitória 2005

LAMPARELLI, C. C. 2007. Commissioning and monitoring challenges regarding ocean outfalls: São Paulo State experience In: Submarine Outfalls: Design, Compliance and Environmental Monitoring. 1ª ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2007, p. 12-23

TEODORO, A.C., DULEBA, W., GUBITOSO, S., LAMPARELLI, C. C. et al.. 2010. Analysis of foraminifera assemblages and sediment geochemical properties to characterise near Araçá and Saco da Capela domestic sewage submarine outfalls of São Sebastião Channel, São Paulo State Brazil In Marine Pollution Bulletin. v.60, 536-553.

TEODORO, A.C., DULEBA, W., LAMPARELLI, C. C., DE MOURA, D. O. et al.. 2005. Avaliação ambiental dos sedimentos das áreas circunjacentes do emissário de Santos In II Congresso Brasileiro de Oceanografia II Congresso Brasileiro de Oceanografia Vitória 2005.

UNEP/WHO. 1996 – Guidelines for submarine outfall structures for Mediterranean and medium sized coastal communities. MAP Technical Reports Series No. 112, UNEP, Athens, 1996 (109 p) (English and French).

*Claudia Condé Lamparelli

Graduação em Biologia e Mestrado em Ecologia Geral pelo Instituto de Biociências da Universidade da São Paulo; Doutorado em Saúde Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP; Gerente do Setor de Águas Litorâneas da CETESB.

José Eduardo Bevilacqua

Bacharel em Química pela FFCLRP da Universidade de São Paulo; Mestrado e Doutorado em Química Analítica Ambiental pelo Instituto de Química da USP; Bolsista RHAE/CNPQ pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR; Professor Adjunto do UNIFIEO - Fundação do Instituto de Ensino de Osasco; Assistente Executivo da Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental da CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Paulo Takanori Katayama

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP; Especialização em Engenharia de Controle de Poluição pela FSP-USP; Gerente da Divisão de Saneamento da Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental da CETESB.

Régis Nieto

Licenciado e Bacharel em Química e Engenheiro Químico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie; Doutor em Saneamento Ambiental pela Universidade Presbiteriana Mackenzie; Gerente do Setor de Avaliação Ambiental de Sistemas de Tratamento de Efluentes; Professor titular da Universidade Presbiteriana Mackenzie; Gerente do Setor de Avaliação Ambiental de Sistemas de Tratamento de Efluentes – IPSE