



English

Buscar



Índice

[Converse com a FAPESP](#)[Página inicial](#) » [Financiamento à pesquisa](#) » [Chamadas de Propostas](#)

Anexo I - Temas para a Terceira Chamada de Propostas de Pesquisa

Em continuidade ao Acordo de Cooperação para Desenvolvimento Tecnológico entre a FAPESP e a SABESP, a Terceira Chamada de Propostas de Pesquisa apresenta os Temas Relevantes, detalhados através de temas e subtemas, considerados prioritários para o setor de saneamento. Estes visam fornecer subsídios para que os institutos de pesquisa conheçam melhor os problemas enfrentados pelas empresas de saneamento e proponham estudos com enfoque em inovação.

TEMA 1: TECNOLOGIA DE MEMBRANAS FILTRANTES NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTO

As crescentes exigências dos padrões de potabilidade da água e de lançamento de efluentes nos corpos receptores levam, cada vez mais, a necessidade de aumento da eficiência dos processos de tratamento atualmente empregados. A escassez de água, observada principalmente em regiões específicas, impõe também a necessidade de processos de reuso de efluentes e utilização de mananciais até hoje pouco utilizados como, por exemplo, os de águas salobras e salinas. Nesse sentido, a utilização de tecnologias de membranas de micro, ultra, nanofiltração e osmose reversa aparecem, cada vez mais, como opção tecnológica para o enfrentamento destes problemas.

SUBTEMA 1.1: MINIMIZAR OS EFEITOS CAUSADOS POR INCRUSTANTES (FOULING) ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE MEMBRANAS DE ULTRAFILTRAÇÃO

Ultrafiltração (UF) é um processo de filtração por membrana de baixa pressão usada principalmente para remover a turbidez e os sólidos em suspensão, durante a produção de água potável segura. Os avanços na tecnologia de membranas e regulamentos cada vez mais rigorosos, levaram à adoção de membranas de baixa pressão para o tratamento de águas superficiais. Em muitos casos, a adoção da tecnologia de membranas veio na forma de adaptações para as estações de tratamento de água de superfície convencionais existentes, nas quais os filtros de meios granulares tradicionais são substituídos por membranas de UF.

Um grande desafio associado à filtração por membranas é a incrustação. A incrustação da membrana ocorre quando os materiais depositam e formam camadas de resíduos ou adsorvem diretamente à superfície de uma membrana. A incrustação das membranas, causada por incrustantes orgânicos, resulta em perda de permeabilidade e aumento na energia necessária para filtrar a água.

O funcionamento eficaz das membranas de UF para o tratamento de águas superficiais requer, frequentemente, o monitoramento das membranas e a otimização de processos de pré-tratamento convencionais, para a minimização de incrustações.

Esperam-se soluções que investiguem processos e tecnologias que possam ser integradas entre si, para minimizar a incrustação e aumentar a longevidade de membranas.

SUBTEMA 1.2: UTILIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE OSMOSE REVERSA PARA ADEQUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E OUTROS USOS

A crise hídrica vivenciada nos últimos anos por estados importantes, como por exemplo, São Paulo (BR) e Califórnia (EUA), impulsionaram as discussões sobre as possibilidades de reuso da água (potável ou não) e os processos de dessalinização.

Uma das tecnologias mais utilizadas para a produção de água de reuso e dessalinização é a Osmose Reversa (OR). A OR consiste em membranas semipermeáveis sem poros definidos, considerada como uma “barreira” confiável de tratamento em projetos de reuso e dessalinização. As membranas de OR são eficazes na remoção de patógenos microbiológicos e produtos químicos orgânicos, estes últimos incluem contaminantes regulamentados e de preocupação emergente, como hormônios, produtos farmacêuticos, disruptores endócrinos e produtos para cuidados pessoais. Alguns órgãos ambientais, como o “*California State Water Resource Control Board’s Division of Drinking Water (DDW)*”, tem trabalhado com as agências atualmente envolvidas em projetos de recarga de água subterrânea e água de superfície, para desenvolver regulamentação que inclusive sirva como base para o Reuso Direto Potável (RDP).

Este projeto tem por objetivo expandir essa discussão no âmbito técnico, e/ou econômico/financeiro, e/ou regulatório, e/ou de legislação, fornecendo critérios específicos mínimos de atendimento, para que as membranas OR possam ser consideradas aceitáveis como fonte alternativa de tratamento de água para o abastecimento público.

TEMA 2: ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO, DESTINAÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA E UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETAs) E ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETEs)

Os processos de tratamento de água e esgoto geram subprodutos na forma de resíduos sólidos, como por exemplo, areia, material gradeado, lodos, etc. O tratamento e a simples disposição destes resíduos como rejeitos em aterros sanitários representam um alto custo operacional para as estações de tratamento, portanto necessita-se da adoção de técnicas que minimizem a geração/produção destes resíduos e a reciclagem destes materiais em processos internos ou

externos. No quesito de minimização de geração de resíduos, pode-se atuar tanto na fase líquida como na sólida dos processos.

Em relação à reciclagem de resíduos, necessita-se em primeiro lugar, definir os requisitos técnicos de qualidade para transformar os resíduos em produtos.

A partir dos requisitos de qualidade estabelecidos para determinada finalidade, cabe checar as alternativas tecnológicas que devem ser adotadas de modo a se levantar os custos envolvidos neste beneficiamento, de forma a fornecer os subsídios para estudo de viabilidade. Nesta investigação de processos de beneficiamento podem-se avaliar combinações de métodos já existentes ou mesmo se propor um novo método.

SUBTEMA 2.1: LODO DE ETE

No caso de ETEs, como o custo operacional pode representar mais de 50% dos gastos operacionais a diretriz é a minimização de sua geração, onde podemos citar digestão alternada (aerado, anóxico e anaeróbio) de excesso de lodos ativados, técnicas de rompimento da parede celular dos microrganismos de lodos ativados, de forma a melhorar a etapa de digestão anaeróbia do lodo (hidrólise térmica, hidrólise termo alcalina e hidrólise termo biológica), biosecagem de lodo, etc.

Segundo o Artigo 28 da Resolução CONAMA nº 375/2006 (Uso Agrícola de Lodo) é prevista reformulação e/ou complementação desta resolução de acordo com o desenvolvimento científico e tecnológico, porém a revisão nunca foi realizada.

Espera-se com este subtema a realização de estudos e pesquisas que forneçam insumos para aperfeiçoamento da resolução em questão, bem como o desenvolvimento de novas soluções.

SUBTEMA 2.2: LODO DE ETA

Um das alternativas utilizadas para tratamento e destinação do lodo de ETA é o seu encaminhamento para o sistema de coleta e tratamento de esgotos. Dependendo das proporções entre as cargas de sólidos contribuintes referentes ao esgoto e à água, argumenta-se que há uma vantagem econômica neste processo.

Diferente do que ocorre com o lodo de ETE, o lodo de ETA sofre muito mais variações, tanto nos aspectos quantitativos quanto qualitativos. A variação das características dos mananciais, decorrentes de eventos meteorológicos, contribuições de carga orgânica e nutrientes, leva a mudanças na turbidez da água bruta e implicando em alterações na dosagem de produtos químicos, ou ainda, a proliferação de algas e cianobactérias, levando a necessidade de aplicação de produtos químicos como carvão ativado em pó, aumentando em muito a geração de sólidos. Esta alta variação qualitativa e quantitativa do lodo de ETA torna mais complexo o dimensionamento de sistemas de tratamento de lodo e por isso a solução mais imediata é o lançamento de lodo de ETA em ETE nas empresas que operam ambos os sistemas.

O que merece mais atenção é se estas contribuições de lodo de ETA em ETE são de fato a melhor solução em todos os casos. Sabe-se que a geração de lodo nas ETAs convencionais

ocorre em batelada, levando ao descarregamento concentrado num curto intervalo de tempo do decantador. Como normalmente não existem estruturas de equalização para este lodo de ETA, a contribuição ocorre de forma concentrada no sistema de coleta de esgotos. O comportamento desta contribuição concentrada de lodo de ETA, até atingir as diferentes etapas num processo de esgoto, pode levar a consequências indesejáveis de eficiência, como por exemplo, a diminuição do tempo de detenção ou a demanda energia térmica para aquecimento do processo.

No mundo existem diversos estudos propondo soluções alternativas para agregar valor ao lodo de ETA. Assim espera-se com este subtema a realização de estudos e pesquisas que forneçam soluções para o tratamento e disposição final do lodo de ETA.

TEMA 3. IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ADUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Grandes esforços estão sendo realizados no sentido de se viabilizar tecnologias visando a redução de custos de investimentos e operacionais nos sistemas de adução e distribuição de água. Tais esforços estão principalmente concentrados no emprego de novos materiais de tubulações, métodos construtivos (principalmente não destrutivos) e sistemas de supervisão e controle operacional.

SUBTEMA 3.1: TECNOLOGIA PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A questão do combate na redução de controle perdas em companhias de saneamento tem sofrido uma evolução significativa no Brasil através da adoção de diversas ações subsidiadas por tecnologias. No entanto, sabe-se que esta busca na redução de perdas no sistema de abastecimento de água requer também um aumento de esforço, o que pode não ser mais viável do ponto de vista econômico, caso sejam utilizadas as mesmas técnicas tradicionais.

Do ponto de vista tecnológico, a pesquisa de vazamentos na rede de abastecimento de água ocorre através de métodos acústicos e vibratórios, sendo utilizados para este tipo de serviço os dispositivos de haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos. O conhecimento mais aprofundado do fenômeno pode permitir a elaboração de novas metodologias de reconhecimento de padrões referentes a perdas.

A falta de integração entre diferentes sistemas torna mais complexa a questão do controle de perdas. Por exemplo, a adoção de materiais plásticos nas tubulações facilita o serviço relativo a obras, mas por outro lado dificulta a detecção de vazamentos de água por métodos acústicos em comparação às tubulações de ferro fundido. Na questão de serviços de reparo de vazamentos também podemos destacar algumas demandas: novos métodos e materiais que agilizem o serviço com garantias de minimizar novas ocorrências, processos ou tecnologias que permitam fazer o reparo do vazamento sem paralisar o abastecimento, critérios que subsidiem a decisão de troca ou reparo de materiais em função do retorno econômico e dos registros históricos, etc.

Espera-se com este subtema a realização de estudos e pesquisas que forneçam soluções para a questão do controle e redução de perdas de água.

SUBTEMA 3.2: MODELO DE OTIMIZAÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (RMSP) EM TEMPO REAL

O aumento das dimensões e da complexidade do Sistema Adutor Metropolitano (SAM) de distribuição de água na RMSP exige cada vez mais atenção dos operadores e dos planejadores para que se possa atender com plenitude, segurança e economia a cerca de 20 milhões de consumidores de água.

A operação atual do SAM é feita com base na experiência dos operadores, apoiados por um modelo previsional de demandas de curtíssimo prazo (6 a 8 horas de horizonte de previsão) e por um modelo de simulação hidráulica da rede formada pelas adutoras e reservatórios setoriais.

A definição de um modelo de operação, onde se define um plano de operação diário, com base nas expectativas de demandas e no estado de armazenamento dos reservatórios setoriais é uma meta que se está procurando implantar há alguns anos no Centro de Controle Operacional. A definição de um plano de operação de forma manual é bastante limitada, pelo tempo necessário para se conseguir uma regra viável e que atenda a todos os reservatórios, considerando ainda algumas limitações hidráulicas do sistema.

A utilização de ferramentas de pesquisa operacional é fundamental, para que se possa implantar um sistema de definição de regras operacionais de forma mais automática, que garanta o pleno atendimento, com o menor consumo de energia e o menor número de manobras no sistema.

A definição dessas regras depende da fixação de objetivos a serem maximizados e de imposição de restrições próprias de cada elemento do Sistema Adutor Metropolitano. Uma experiência de sucesso, mas de cunho acadêmico foi desenvolvida utilizando técnica de algoritmo genético.

Entretanto, as definições das restrições ou preferências precisam incorporar a experiência dos operadores e ser flexível para contornar situações imprevisíveis que ocorrem na operação (falta de energia, arrebentamentos de adutoras...). O Centro de Controle Operacional da SABESP na RMSP possui um banco de dados com os registros das operações efetuadas e das medidas das variáveis de controle nos principais pontos. Espera-se a exploração desse banco de dados, como ferramenta de pesquisa operacional, permitindo se obter um modelo de operação mais adequado ao sistema existente, que incorpore a experiência de muitos anos de operação e garanta de redução do número de manobras e de gastos de energia.

TEMA 4: NOVAS TECNOLOGIAS PARA MELHORIAS DOS PROCESSOS DE OPERAÇÕES UNITÁRIAS

As exigências crescentes de melhoria da qualidade de água e redução de custos de investimentos e operacionais levam a necessidade de um aprimoramento e criação de tecnologias de operações e processos unitários constituintes do sistema de tratamento de água e de esgoto. Destaque especial pode ser dado ao desenvolvimento de novos produtos químicos

utilizados no processo de coagulação, precipitação condicionamento e desinfecção, bem como novos sistemas de remoção de lodo e automação de processos.

SUBTEMA 4.1: TRATAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COM CONTAMINANTES

A qualidade da água subterrânea “in natura” nem sempre atende a todos os requisitos básicos para consumo humano, ou seja, não pode ser considerada potável. Em alguns aquíferos constata-se que algumas substâncias ocorrem naturalmente em concentrações relativamente altas, enquanto em outros casos verifica-se a contaminação por fontes antrópicas. Embora mais protegida que a água superficial, a água subterrânea pode ser poluída quando os poluentes atravessam a porção não saturada do solo. As fontes potenciais são as mais diversas e compreendem desde a disposição inadequada de resíduos no solo (lixões, aterros mal operados, efluentes industriais e domésticos, entre outros), uso incorreto de agrotóxicos, atividades de mineração que expõem o aquífero, irrigação com aumento da salinização ou da lixiviação de contaminantes, etc. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realiza há mais de 20 anos monitoramento da qualidade da água dos aquíferos. De forma geral, a água dos aquíferos apresentam boa qualidade para consumo humano, porém paulatinamente, vários poços vêm apresentando desconformidade principalmente para os parâmetros arsênio, selênio, nitrato, cromo total, dureza permanente (águas salobras) e fluoreto. Outros parâmetros, inclusive microbiológicos, também têm se apresentado em concentrações acima do esperado, denotando poluição oriunda de atividades humanas. Cerca de 80% dos municípios paulistas utilizavam, em 2006, a água subterrânea para abastecimento público. Entretanto, o tratamento para essas águas pode ser bastante oneroso, em caso de contaminação, e o mercado técnico oferece poucas alternativas viáveis economicamente com capacidade de remoção dos contaminantes de forma a atender aos padrões de qualidade definidos pelo Ministério da Saúde.

Espera-se o desenvolvimento de soluções de tratamento e remoção/redução de contaminantes em aquíferos com fins para o abastecimento público.

SUBTEMA 4.2: REMOÇÃO/RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES EM ETES

No Estado de São Paulo vários sistemas de esgotos vêm sendo construídos com a meta de se atingir a universalização do saneamento, mas ao mesmo tempo já começam a surgir discussões e alterações das classes dos rios receptores dos efluentes finais, fazendo com que em alguns casos os níveis de tratamento não sejam satisfatórios, principalmente no que se refere à questão de nutrientes, como o nitrogênio e fósforo.

A situação é mais crítica naquelas regiões com corpos receptores de lançamento de esgotos tratados com baixa capacidade de diluição e/ou tributários de lagos e reservatórios. Outro agravante é que muitos destes sistemas de tratamento localizados principalmente no interior do Estado de São Paulo são constituídos de lagoas de estabilização, que são de baixa complexidade tecnológica e baixa demanda operacional. A introdução de um sistema complementar complexo de remoção de nutrientes em lagoas vai contra a concepção original de se ter um tratamento de simples operação, sendo necessário repensar as alternativas.

Espera-se o desenvolvimento de soluções de tratamento de esgoto e remoção de nutrientes de simples operação e manutenção, com a possibilidade de uso de tecnologias de recuperação destes nutrientes para reutilização.

SUBTEMA 4.3: FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA DESINFECÇÃO

As Emendas de 1986 à Lei de Água Potável Segura (SDWA) exigiram que a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), definissem metas máximas de contaminantes - *Maximum Contaminant Level Goals* (MCLGs) para muitos contaminantes encontrados na água potável.

Para cada contaminante, a EPA estabeleceu uma técnica de tratamento ou um nível máximo de contaminante - *Maximum Contaminant Level* (MCL), associado ao uso da “melhor tecnologia disponível – *Best Technology Available* (BAT)” para fazer frente ao problema.

Com base nas Emendas de 1986, a EPA desenvolveu uma lista de desinfetantes e subprodutos da desinfecção - *Disinfection By-Products* (DBPs) para regulação. Foram estabelecidos MCLs para alguns subprodutos como trihalometanos, ácidos haloacéticos, etc.

No entanto, percebeu-se que esses limites, por si só, podem não abordar os riscos potenciais para a saúde de todos os DBPs, incluindo aqueles que ainda precisam ser identificados. Consequentemente, as técnicas de tratamento requeridas, devem considerar a otimização da remoção de matéria orgânica natural – *Natural Organic Matter* (NOM), que serve como precursor primário para a formação de DBPs.

Os desafios relacionados à melhoria da qualidade da água produzida demandam ferramentas que permitam um amplo conhecimento sobre suas diferentes variáveis.

Os subprodutos de desinfecção formados pela combinação de matéria orgânica dissolvida e o cloro, principal agente desinfetante, representam um dos principais desafios de qualidade da água na atualidade.

Uma nova área de foco em pesquisa e desenvolvimento com impacto na qualidade da água de abastecimento está relacionada à presença de N-nitrosodimetilamina (NDMA) e outras Nitrosaminas. Pesquisas recentes indicam a possibilidade de formação dessas substâncias como subprodutos do processo de desinfecção, em fontes de água provenientes de mananciais eutrofizados. O NDMA, bem como os precursores para formação de NDMA, também podem ser encontradas em águas residuárias, onde, a exemplo do que acontece no tratamento de água potável, são utilizados polímeros, como por exemplo, polyDADMACs e poliaminas.

Espera-se a condução de estudos para investigar a ocorrência, os precursores, a formação, o tratamento, o controle e o destino dos subprodutos da desinfecção nos sistemas de distribuição de água de abastecimento.

SUBTEMA 4.4: SOLUÇÃO PARA MINIMIZAR OS PRECURSORES DE GOSTO E ODOR NOS MANANCIAIS

Eutrofização é o principal problema que afeta a qualidade das águas em ecossistemas aquáticos continentais e costeiros em todo o mundo. Sua principal consequência é o crescimento massivo de algas (florações) de espécies fitoplanctônicas, especialmente cianobactérias, que podem proliferar em elevadas biomassas e mesmo acumular na superfície e margens de corpos d'água, formando densas espumas.

Com o aumento da temperatura global, é esperado favorecimento dessas florações em sistemas lacustres de águas doces e salobras. As florações e espumas, essas últimas originadas pelo acúmulo de indivíduos de uma floração que se deposita nas margens sob efeito do vento dominante, causam aumento de turbidez e odor desagradável nas águas, além de anoxia noturna, que pode levar a mortandades de peixes. Como consequência, florações de cianobactérias têm severos impactos econômicos. Além disso, muitas espécies de cianobactérias produzem toxinas que podem causar problemas à saúde humana. Dessa forma, o controle da eutrofização e a mitigação de florações nocivas de cianobactérias, são considerados um desafio chave para os gestores da qualidade de águas.

A mitigação do problema passa pelo controle de fósforo (P). O primeiro passo para seu controle é reduzir ao máximo os aportes externos de P para o corpo d'água. Essa redução do aporte externo de P pode resultar em mudanças desejadas em alguns lagos, mas frequentemente poucos sinais de recuperação são observados em resposta à redução dos aportes externos de nutrientes. A razão para demora nas respostas é o aporte interno de P liberado do estoque do sedimento, criado quando o aporte externo ainda era elevado. Este aporte interno pode retardar a recuperação do lago por décadas. Por essa razão, nesses sistemas pode ser necessário não somente reduzir o aporte externo, mas também diminuir a liberação de P do sedimento para acelerar a recuperação e mitigar os efeitos nocivos da eutrofização.

O sucesso da aplicação de medidas que visam à mitigação da eutrofização depende da robustez do diagnóstico das causas e fontes de incremento de nutrientes para o sistema. Uma análise sistêmica para a avaliação dos fluxos de água e principais entradas e saídas de fósforo é de suma importância para determinar a medida mais adequada a ser aplicada.

Espera-se estimar o balanço de fósforo dos sistemas, considerando suas principais fontes de entradas e saídas e, a partir dessa informação, determinar as medidas mitigatórias a serem aplicadas, para controlar as entradas de fósforo externas e impedir a liberação de P do sedimento, minimizando o grau de trofia do corpo hídrico e, por consequência, os impactos negativos à qualidade da água.

SUBTEMA 4.5: PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA VISANDO A REMOÇÃO DE SUBSTÂNCIAS CAUSADORAS DE GOSTO E ODOR

Problemas associados a gosto e odor em água potável são comuns em instalações de tratamento de água de abastecimento em todo o mundo. As fontes, por sua vez, podem ser caracterizadas como naturais e artificiais. Em geral, algas e vegetação em decomposição são as principais causas relacionadas às fontes naturais.

Gosto e odor são percebidos pelo público como os principais indicadores da segurança e aceitação da água potável. As substâncias causadoras de gosto e odor mais comumente encontradas são 2-metil isoborneol (MIB) e geosmina. Essas substâncias são capazes de ocasionar rejeição ao consumo de água mesmo estando presentes em concentrações da ordem de nanogramas por litro. Processos convencionais de tratamento em estações de tratamento de água, como coagulação, floculação, sedimentação e cloração, foram identificados como ineficazes para a remoção de MIB e geosmina.

Sabe-se que existem métodos de tratamento empregados com sucesso para remover MIB e geosmina em estações de tratamento de água (adsorção por carvão ativado, oxidação por ozônio, processos oxidativos avançados, dentre outras), mas embora algumas dessas tecnologias sejam mais eficazes e se mostrem mais promissoras do que outras, muito trabalho ainda precisa ser feito no sentido de otimizá-las, para que possam ser adaptadas ou instaladas com o mínimo de impacto na operação global e eficácia do sistema de tratamento.

Espera-se o desenvolvimento de soluções para o tratamento da água que removam substâncias causadoras de gosto e odor.

TEMA 5: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR

Nos últimos anos vem ocorrendo uma mudança de paradigma no setor de saneamento, sendo introduzido o conceito de Economia Circular. Conforme este novo conceito a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) assume o papel de Fonte de Recursos (produtos e benefícios) em detrimento do mero tratamento e disposição final de resíduos.

Seguindo esta tendência, como exemplo, em Julho de 2012, a Instituição Norte Americana Water Environment Federation/WEF anunciou a mudança de terminologia de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para Estação de Recuperação de Recursos Hídricos (*Water Resource Recovery Facility -WRRF*).

Muitos atores do setor da cadeia de saneamento apoiaram a ideia e adotaram ações concretas, como por exemplo:

- Muitas instalações incorporaram em suas denominações a inclusão do termo recuperação de recursos ou água limpa;
- Estações **auto-sustentáveis** (energia neutra) ou com **energia positiva** tornaram-se realidade ao redor do mundo;
- Avanços na produção de água de reuso.

Neste contexto, o desafio proposto para as Estações de Tratamento de Esgoto refere-se tanto ao aprimoramento de processos nas fases sólida e líquida como a integração destes processos para a abordagem de recuperação de recursos. No que se refere ao tratamento da fase líquida, há os desafios referentes aos processos para remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), bem como de poluentes emergentes. Para o caso do fósforo, por exemplo, há também investigações

referentes à processo de remoção através da formação de compostos como estruvita e vivianita de alto valor comercial.

Para a fase sólida de tratamento (lodo) o desafio refere-se principalmente à diminuição da geração de sólidos através da introdução de tecnologias com vistas à redução dos custos de disposição final.

O uso benéfico de biogás, também oferece oportunidades referentes a geração de energia elétrica, energia térmica e energia química, com possibilidade de uma ampla gama de usos finais possíveis.

Espera-se o desenvolvimento de metodologias, estudos, projetos, soluções, dentre outros, para que o conceito de economia circular seja amplamente utilizado em ETEs.

TEMA 6: MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento da qualidade da água constitui importante ferramenta para o controle dos mananciais, do tratamento de água e de esgoto. Tal fato vem determinando esforços substanciais no desenvolvimento de tecnologias que propiciem o controle da qualidade da água de forma mais efetiva e com redução de custos. Destaque especial pode ser dado ao desenvolvimento de equipamentos que possibilitem a avaliação de novos parâmetros de qualidade em tempo real, bem como a identificação de novas substâncias cuja presença na água vem sendo associadas a problemas ambientais e de saúde pública.

SUBTEMA 6.1: UTILIZAÇÃO DE IMAGENS COM RESOLUÇÃO MULTIESPECTRAL COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO E GESTÃO DA QUALIDADE DOS RESERVATÓRIOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

O monitoramento de qualidade das águas em reservatórios em relação a aspectos relacionados à eutrofização e florescimento de algas é em maior frequência realizado por meio da coleta de amostras *in situ*; e posterior análise em laboratório, onde são determinadas as concentrações de nutrientes, do fitoplâncton e eventualmente clorofila. Este tipo de monitoramento requer logística envolvendo uma grande quantidade de materiais e pessoas, além de reproduzir apenas o cenário do instante em que a coleta foi feita.

A utilização de imagens com resolução multiespectral para estudar a distribuição de florescimentos de algas em curta escala de tempo, bem como outras variáveis que sejam possíveis, através de uma amostragem que permita detectar os padrões com alta resolução espacial e temporal, representa uma alternativa interessante para monitorar a qualidade da água em reservatórios polimíticos, como os utilizados para o abastecimento da RMSP, onde a velocidade em que ocorrem os ciclos de mistura e estratificação, pode ocorrer em um dia ou até mesmo em horas. A grande variabilidade qualitativa, decorrente da morfologia e hidrodinâmica que dividem o reservatório em compartimentos, e a concentração de nutrientes, são fatores determinantes para o potencial de crescimento e declínio de florescimentos de algas.

O desenvolvimento de ferramentas de identificação e quantificação do potencial de formação de florescimentos de algas, em especial as cianobactérias, deve promover a otimização da rotina atualmente utilizada para monitoramento dos corpos d'água, propiciando avanço significativo na tomada de decisão quanto às ações de gestão e manejo dos recursos hídricos. Estas pesquisas podem ainda promover a integração desta tecnologia com outras de monitoramento, tais como as realizadas por equipamentos de análise de qualidade da água em tempo real, sistemas de gerenciamento baseados em modelagem matemática, etc.

Espera-se o desenvolvimento de soluções para monitoramento e gestão da qualidade dos reservatórios para abastecimento público.

SUBTEMA 6.2: MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE MICROALGAS

Um dos grandes problemas associados à gestão e manejo de florações de algas, em especial as cianobactérias, está relacionado com o tempo necessário para se obter os resultados analíticos, nos procedimentos laboratoriais convencionais comumente usados para identificação e quantificação de gêneros algais. A demanda pelo desenvolvimento de métodos alternativos confiáveis e precisos para quantificação de algas, em especial número de células de cianobactérias, são cada vez mais demandados pelos responsáveis pela gestão e manejo de mananciais de usos múltiplos. Novas técnicas, como por exemplo, as baseadas na integração de imagens e análises por fluorescência, podem permitir a enumeração de espécies de cianobactérias com elevada precisão. Resultados obtidos em pesquisas recentes, onde esta técnica foi utilizada, indicam que a identificação e enumeração de células de cianobactérias, podem resultar em um nível equivalente, ou melhor, do que o conseguido através das técnicas de enumeração microscópicas manuais padrão, mas em menos tempo, e exigindo significativamente menos recursos. Quando comparado com métodos indiretos de medição, este método fornece melhor precisão em concentrações baixas e altas de células, mantendo a precisão e aumentando rapidez na enumeração desses microrganismos.

Espera-se o aprimoramento da técnica de forma a contribuir para a gestão e manejo da qualidade dos recursos hídricos.

SUBTEMA 6.3: CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM MANANCIAIS UTILIZADOS PARA USOS MÚLTIPLOS

Um dos grandes problemas relacionados a mananciais localizados em regiões predominantemente urbanas está associado ao aporte de nutrientes, tais como nitrogênio e fósforo, e sua contribuição para a elevação do grau de eutrofização desses corpos d'água.

No Brasil, em função da precariedade de planos para um crescimento urbano autossustentável desprovido de medidas de recuperação de águas poluídas, há a necessidade urgente de novas alternativas para o saneamento de corpos da água eutrofizados e controle de algas tóxicas. A remoção de fósforo tem sido o principal foco de estudos de restauração ambiental de ecossistemas aquáticos como lagos, estuários, rios e reservatórios.

Este ambiente favorece o crescimento de plantas aquáticas (macrófitas). O termo macrófitas aquáticas é a denominação para caracterizar vegetais que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos. Plantas aquáticas são todas as espécies vegetais que se desenvolvem em ambientes temporária ou permanentemente alagados. Caracterizam-se pela alta taxa de crescimento e pela capacidade de reprodução assexuada.

As macrófitas aquáticas possuem grande capacidade de adaptação a diferentes ecossistemas fazendo com que, muitas vezes, a mesma espécie seja encontrada em ambientes de água doce até aqueles com elevadas concentrações salinas. Em longos períodos de secas estes vegetais podem sofrer modificações fisiológicas, anatômicas e fenotípicas transformando-se em formas terrestres.

O interesse nas pesquisas ecológicas sobre macrófitas aquáticas aumentou quando pesquisadores perceberam que as alterações ambientais causadas pela construção de reservatórios, tais como a redução na turbulência da água e o aumento de nutrientes, favoreciam o crescimento desses vegetais. Em condições climáticas favoráveis e na ausência de espécies competidoras nesses reservatórios, espécies como ***Eichhornia crassipes***, ***Pistia stratiotes*** e ***Salvinia auriculata*** passam a apresentar taxas de crescimento elevadas, em muitos casos sendo consideradas “pragas”.

A proliferação das plantas aquáticas causa inúmeros impactos ao meio ambiente, saneamento, saúde, geração de energia, navegação e lazer.

Espera-se o desenvolvimento de técnicas apropriadas de manejo e controle de plantas aquáticas e espécies invasoras para o gerenciamento dos recursos hídricos e manutenção de seus usos múltiplos.

SUBTEMA 6.4: CONTROLE DE ESPÉCIES INVASORAS EM MANANCIAIS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Outro problema relacionado ao manejo e à qualidade da água dos mananciais, com consequências para os sistemas de captação e bombeamento, é a proliferação de espécies invasoras, como por exemplo, o mexilhão dourado. Para melhor utilizar as diferentes ferramentas de manejo às quais os gestores podem ter acesso, diversas metas de gerenciamento devem ser identificadas e compreendidas para avançar com uma abordagem conjunta e estratégica para o gerenciamento de mexilhões invasivos. A aplicação coordenada e integrada de várias ferramentas de controle diferentes tem provado que produz a estratégia de controle mais eficaz para algumas espécies invasoras.

Espera-se a proposição de soluções para monitoramento, controle e remoção destas espécies invasoras.

SUBTEMA 6.5: SISTEMAS NATURAIS DE TRATAMENTO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA AFLUENTE AOS MANANCIAIS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

“Wetland” ou Várzea significa áreas alagáveis, isto é, refere-se a locais que permanecem alagados pela maior parte do ano ou até todo o ano. As características e as propriedades desses ecossistemas variam grandemente dependendo da geologia, da geomorfologia e dos solos da área considerada, bem como das condições climáticas. As características ecológicas desses ecossistemas refletem ainda, a história da evolução biológica que acabaram por caracterizar a flora e a fauna associada.

As “wetlands” construídas são uma adaptação desse ambiente natural, implantadas em locais estratégicos, para melhorar a qualidade de água de percolação, rios, lagos, córregos e até utilizadas como tratamento de esgoto que pode ser combinada a tratamentos tradicionais. Esse sistema consiste na alteração da qualidade da água através do filtro formado pelo solo e pelas raízes das plantas, pela absorção de nutrientes realizada pelas espécies existentes no local e por último, através dos microrganismos que se instalam pelo fato de a área favorecer seu crescimento pelas condições do local como: umidade, excesso de nutrientes entre outros. Os nutrientes (nitrogênio e fósforo) e até mesmo metais pesados, são removidos do corpo d’água através da utilização e desenvolvimento de plantas, sendo a matéria orgânica consumida pelos microrganismos. Desta forma, tem-se uma melhora na qualidade da água ou efluente disposto.

Espera-se a proposição de soluções desta natureza e a avaliação da eficiência e viabilidade técnica e econômica da utilização destas ferramentas de manejo, com o objetivo de melhorar a qualidade da água que afluem para os reservatórios utilizados para abastecimento público.

SUBTEMA 6.6: UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS PALEOLIMNOLÓGICOS PARA DEFINIÇÃO DE CONDIÇÕES ALVO NA RESTAURAÇÃO DE LAGOS

Métodos paleolimnológicos podem ser utilizados para avaliar as condições limnológicas e as alterações antropogênicas em reservatórios que carecem de dados limnológicos históricos. Esses estudos podem auxiliar no desenvolvimento de modelos matemáticos capazes de prever a taxa de acumulação de nutrientes em sedimentos de mananciais superficiais. Esses estudos podem auxiliar nas respostas sobre de que maneira certos reservatórios podem responder à perturbação humana. Assim, a realização de estudos envolvendo o diagnóstico e prognóstico da qualidade da água dos reservatórios da RMSP, podem ser subsidiadas pelas estimativas paleolimnológicas das concentrações de nutrientes e clorofila nesses mananciais, auxiliando na definição das condições-alvo e estratégias para programas de restauração da qualidade da água desses mananciais.

Espera-se reconstruir a história do processo de eutrofização dos corpos d’água utilizados para abastecimento público de interesse, tendo como base a variabilidade natural do ambiente e estabelecer o prognóstico para a qualidade das águas para os próximos cinquenta anos.

SUBTEMA 6.7: FATORES DETERMINANTES DAS DISTRIBUIÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, NITROGÊNIO TOTAL E CLOROFILA EM RESERVATÓRIOS

A análise da evolução histórica das concentrações de fósforo total, nitrogênio total e clorofila nos reservatórios da RMSP, pode indicar ampla variação desses parâmetros. A maioria dos reservatórios localizados na RMSP são avaliados como eutróficos. Em geral, isto ocorre devido à

poluição antrópica, causada pelo aumento gradativo da concentração de nutrientes, resultado da ocupação das áreas no entorno dos mananciais. Estudos paleolimnológicos tem mostrado que vários reservatórios foram de eutróficos a hipereutróficos em curto espaço de tempo, indicando um crescimento populacional significativo no período.

Presume-se que, no passado, todos os reservatórios da RMSP eram oligotróficos ou mesotróficos. Isso significa que, todos os reservatórios eutróficos atuais foram sujeitos a condições antropogênicas suficientes na carga de nutrientes para deslocá-los para o estado eutrófico, e que a redução e controle do aporte desses nutrientes deverá propiciar o retorno para um estado mesotrófico.

Assim, o uso de modelos matemáticos, a avaliação da distribuição das cargas internas e externas de fósforo total, nitrogênio total e clorofila, bem como o conhecimento do perfil de concentrações desses parâmetros nos reservatórios da RMSP, podem auxiliar na elaboração dos planos de manejo e remediação desses mananciais.

Espera-se o desenvolvimento de um modelo matemático hidrodinâmico e de qualidade, tridimensional, que auxilie na elaboração de diagnósticos mais rápidos e precisos, fornecendo informações para a tomada de decisão no que diz respeito às ações de manejo, remediação e operação desses corpos hídricos.

SUBTEMA 6.8: INFLUÊNCIA DO APORTE DE CARGAS DIFUSAS NA POLUIÇÃO DE RIOS URBANOS

Os rios inseridos em cidades de médio e grande porte recebem grandes aportes de carga orgânica, nutrientes, microrganismos patogênicos e resíduos sólidos, afetando a qualidade ambiental das comunidades das mais diversas formas, como a proliferação de doenças de veiculação hídrica, liberação de maus odores devido a formação de condições anaeróbias, inundações devido a diminuição da capacidade de transporte dos rios, etc.

Situações extremas como a RMSP, onde foram estabelecidas várias transposições de recursos hídricos de outras bacias hidrográficas para abastecimento urbano, a alta taxa de impermeabilização, a poluição difusa, a falta de implantação de acessórios de saneamento em áreas fragilizadas socialmente, tornam extremamente complexa a situação dos rios urbanos, como Pinheiros, Tietê e Tamanduateí.

A questão das cargas difusas nos recursos hídricos teve sua importância explicitamente reconhecida nos EUA, através da revisão da Legislação Federal “Clean Water Act” em 1987, com a inclusão do sistema de drenagem de águas pluviais como fonte de carga pontual de poluição, diminuindo o impacto de cargas poluidoras na qualidade da água de rios.

Um dos grandes questionamentos existentes é a caracterização das cargas difusas, quer sejam as urbanas como as agrícolas, na contribuição da poluição nos corpos receptores. Um dos dificultadores nesta avaliação é que a universalização da coleta e do tratamento de esgotos ainda não atingiu sua plenitude em vários municípios do Brasil, sendo necessário descontar esta parcela de contribuição.

Para que sejam dimensionadas estruturas de controle do sistema de drenagem, é necessária a caracterização qualitativa e quantitativa destes efluentes, de modo a se estabelecer uma parametrização em função das diferentes tipologias de ocupação do solo, bem como estabelecer, através do uso de modelos matemáticos, o impacto do aporte desses efluentes no corpo hídrico. Na Europa, em particular na Alemanha, existem instalações capazes de absorver este impacto negativa à qualidade da água, para somente depois, devolvê-la ao meio ambiente.

Espera-se estudos e pesquisas que busquem o mapeamento, diagnóstico e modelagem das fontes poluidoras, bem como a identificação dos atores envolvidos, que possam subsidiar tanto o dimensionamento de estruturas de controle de cargas poluidoras, como Estações de Remoção de Nutrientes (ERNs) ou Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), quanto o estabelecimento de metas de redução do aporte de nutrientes nos corpos receptores. As soluções tecnológicas pertinentes devem ser consideradas de forma integrada.

SUBTEMA 6.9: SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS E A BALNEARES NO LITORAL PAULISTA

A qualidade das águas costeiras e balneares nas praias paulistas sofre influências de diversas fontes, entretanto, é necessário conhecer mais sobre cada uma delas. A qualidade da água pode mudar rapidamente em praias em resposta a diferentes condições meteorológicas e outros fatores. Pesquisas mostram que praias, principalmente as urbanas, sofrem degradação em sua qualidade, especialmente após eventos extremos (chuvas fortes), quando a poluição difusa e o lixo são arrastados para as águas.

Em algumas situações, existem atividades industriais que acabam por drenar seus efluentes direta ou indiretamente às águas costeiras, atividade portuária (como nos casos de Santos e São Sebastião/Ilhabela), dragagens, urbanização intensa, ocupações irregulares e submoradias, dentre outros.

Nos ambientes em questão, a complexidade das interferências e a indisponibilidade de uma ferramenta que permita uma visão integrada das possíveis fontes de poluição e seus impactos reais ou esperados (estimados) à qualidade das águas costeiras e balneares, constitui uma limitação na análise da efetividade de programas implantados ou a implantar, especialmente quanto à melhor forma custo/benefício de etapalização de obras previstas. Como por exemplo, citam-se as obras do programa “Onda Limpa”, um dos maiores programas de saneamento da América Latina e a maior intervenção ambiental na costa brasileira. Dentre seus objetivos, estão incluídos: assegurar benefícios para a saúde, o meio ambiente e especialmente, a balneabilidade das praias paulistas, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável da região costeira.

Espera-se o desenvolvimento de uma solução de Gestão Integrada que possa aprimorar a priorização na aplicação dos recursos, permitindo o direcionamento e otimização das ações de saneamento na região, além de também ampliar a aplicação de programas de educação ambiental, avaliação da eficácia de sistemas de drenagem, varrição de ruas, entre outras tantas aplicações.

SUBTEMA 6.10: ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS PARA OBTENÇÃO DE VALORES DE REFERÊNCIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS MARINHAS A PARTIR DE ANÁLISE DE ENTEROCOCOS PELA METODOLOGIA DE QPCR.

Atualmente a Sabesp, em seu laboratório da Baixada Santista, está desenvolvendo o método 1611/1109 – EPA: Ensaio quantitativo de Enterococos em água por qPCR - Reação de cadeia da polimerase – TaqMan. A princípio estão sendo realizados ensaios com águas costeiras (litoral de Santos), tendo em vista que Enterococos é o indicador utilizado (mais adequado) para avaliação da poluição fecal em águas marinhas.

Em paralelo com o ensaio acima estão sendo realizados ensaios de Enterococos através da metodologia convencional, qual seja, substrato fluorogênico (SMEWW – 23 edições, 2017 – Seção:9230D). A partir destes resultados pretende-se realizar estudos estatísticos com a finalidade de verificar se há uma correlação entre as duas metodologias, isto é, biologia molecular - qPCR e a metodologia convencional - substrato fluorogênico.

Apesar disso, pesquisas e referências bibliográficas têm demonstrado a necessidade de se estabelecer valores de referência com base em Estudo Epidemiológico/Análise de Risco e não baseado em correlações com métodos convencionais. O método desenvolvido pela EPA (biologia molecular - qPCR) obteve os valores de referência para águas costeiras a partir de estudos epidemiológicos das águas costeiras da Califórnia-USA. Considerando as diferenças climáticas e geográficas no nosso país, é aconselhável que se faça um estudo semelhante na região onde o estudo está sendo desenvolvido (Baixada Santista).

Desta forma se faz premente para uma boa utilização da tecnologia do qPCR na região litorânea do Estado de São Paulo, a obtenção de valores de referência para classificação da qualidade das águas, de forma similar ao que se tem atualmente para Enterococos pelo método de substrato fluorogênico na Resolução CONAMA 274/2005, a qual define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

SUBTEMA 6.11: ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS PARA OBTENÇÃO DE VALORES DE REFERÊNCIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS MARINHAS A PARTIR DE ANÁLISE DE *ESCHERICHIA COLI* PELA METODOLOGIA DE QPCR.

De forma similar ao estudo epidemiológico para Enterococos, faz-se necessária a obtenção de valores de referência para classificação da qualidade das águas doces a partir da análise de *Escherichia coli*, através da metodologia por qPCR. Além do estudo epidemiológico, no caso da *E. coli*, faz-se necessário também o desenvolvimento da metodologia analítica pelo método qPCR, a ser implantada no laboratório da Sabesp da Baixada Santista, permitindo a avaliação da qualidade balnear também para a água doce.

TEMA 7: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Considerando que o setor de saneamento responde por aproximadamente por cerca de 2,3 % do consumo total de energia elétrica do país, percentual este que tende a aumentar

significativamente à medida que evoluímos rumo à universalização, faz-se cada vez mais necessário a introdução de programas de eficiência energética.

Os conjuntos elevatórios de água e esgotos constituem os principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica dos serviços de saneamento, devendo, portanto, ser priorizados nos programas de melhoria de eficiência. Reduções consideráveis podem ser obtidas mediante a implementação, ou readequação de instalações já existentes, empregando tecnologias inovadoras de alto rendimento energético, ou mesmo através da adoção de ações de cunho estritamente operacional e comercial, como, por exemplo, a revisão dos contratos celebrados com a concessionária de energia elétrica ou estudo que utilizem a capacidade de armazenamento na distribuição para reduzir o consumo durante os períodos de pico, dentre outras.

Além da redução do consumo energético que poderão ser alcançados pela maior eficácia das instalações, alguns sistemas de saneamento apresentam possibilidades bastante atraentes de geração de energia a partir do biogás gerados nos processos de digestão anaeróbia ou combustão do lodo, bem como aproveitamento no potencial hidráulico eventualmente produzido nos sistemas adutores de água bruta ou tratada. Ao contrário do que ocorre em outros países, estas potencialidades são pouco aproveitadas pelas companhias de saneamento no Brasil.

Outro setor interessante a ser explorado é a utilização de outras fontes de energia, de modo a diminuir a dependência das tradicionais matrizes energéticas (como a elétrica ou de combustíveis fósseis), ou mesmo, diferentes combinações de aproveitamento energético. Por exemplo, os esforços tecnológicos na utilização de fontes alternativas de energia solar e eólica vêm tornando a aplicação em escala real cada vez maior.

Esperam-se soluções que busquem a eficiência energética em sistemas de saneamento sob os diversos aspectos considerados.

TEMA 8: INOVAÇÃO NA CADEIA DE FORNECEDORES DO SANEAMENTO

Em relação à Inovação Tecnológica, o Setor de Saneamento é caracterizado como fortemente influenciado pelo Fornecedor de Tecnologia e a entrada ocorre principalmente na aquisição de materiais e equipamentos. Outras características do Setor relevantes são: Capital Intensivo, trajetórias tecnológicas de longo prazo, economia de escala, predomínio de inovações incrementais e fortemente atrelado ao setor público.

Estas características tornam o setor um tanto conservador e reativo na questão de Inovação Tecnológica. Por outro lado, os desafios da Universalização do Saneamento no Brasil mostram um quadro desafiador que se adotado o método tradicional, levará décadas para sairmos deste quadro. A Inovação Tecnológica pode contribuir para acelerar a Universalização do Saneamento.

Uma das barreiras que torna complexo a Inovação Tecnológica no Brasil é encontrar caminhos de forma transparente e legítima, principalmente das Companhias de Saneamento de Capital Misto como a Sabesp, no desenvolvimento da Cadeia de Fornecedores.

O Relacionamento Fornecedor e Empresa de Saneamento deve encontrar novas vias que estimulem a Inovação, fortalecendo o desenvolvimento de empresas locais, bem como melhorar a operação das empresas de saneamento com produtos e/ou serviços que atendam os reais problemas. Muitas vezes certos problemas enfrentados no Brasil, não ocorrem em outras partes do mundo e necessitam sofrer adaptações para a nossa realidade.

Entende-se assim que a Inovação Tecnológica deve ser um processo construtivo onde diferentes atores da cadeia de saneamento devem interagir, como a Academia, a Indústria e as Empresas de Saneamento, num contexto de ambiente regulado.

O viés público de algumas empresas de saneamento também pode representar uma barreira no estímulo ao desenvolvimento de fornecedores, pois está atrelado a leis e regras específicas. Os riscos de um administrador público podem ser tão impactantes que podem favorecer o predomínio de um ambiente burocrático e limitado, onde a Inovação Tecnológica não encontra defensores.

No Brasil como em outras partes do Mundo, um dos grandes desafios da Inovação Tecnológica é a superação do chamado “Vale da Morte”, isto é, a transposição do Conhecimento Acadêmico na introdução de fato no Mercado. É aí onde se situa o maior risco e é a situação onde se exaure os recursos econômicos disponíveis comumente nos órgãos de fomento. Neste tipo de situação, não há a necessidade de geração de novos conhecimentos acadêmicos e sim a utilização e combinação dos conhecimentos existentes para a geração de uma Inovação.

É no Vale da Morte onde as empresas operadoras de saneamento poderiam investir mais esforços, junto a startups ou mesmo com indústrias já consolidadas. Para a indústria de aplicativos e software, certos caminhos de inovação com startups já foram devidamente trilhados e discutidos. Para o Setor de Saneamento, pelas características já apontadas, como de Capital Intensivo e Longas Trajetórias, entende-se que estas características tornam mais desafiador o desenvolvimento de fornecedores. Por exemplo, certos fenômenos no Saneamento só são devidamente conhecidos em escala real e seu desenvolvimento só ocorre de forma gradativa após sua implementação e acompanhamento pelo fornecedor. Ou seja, certos desenvolvimentos nunca serão plenamente realizados em escala de bancada ou laboratorial. É por este motivo que certas iniciativas lá fora estão procurando criar locais de testes em escala real, como a ETEs de Demonstração, onde há a possibilidade de se averiguar e desenvolver produtos em ambientes devidamente preparados para esta situação.

Esperam-se estudos que forneçam subsídios, metodologias facilitadoras, modelos de negócio, dentre outros, atendendo a legislação vigente para o desenvolvimento e implantação de tecnologias inovadoras aderentes às necessidades do setor de saneamento, integrando os atores da cadeia (companhias de saneamento, fornecedores de materiais e equipamentos, agências reguladoras, universidades, tribunais de contas, prefeituras, órgãos ambientais etc).

TEMA 9: MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Nos últimos anos, poucos assuntos receberam tanta atenção e foram motivo de tantas discussões, pesquisas e polêmicas quanto o aquecimento global e as consequentes mudanças climáticas.

As previsões dos modelos climáticos desenvolvidos por centros de pesquisa de diversos países, embora divirjam entre si quantitativamente, coincidem em apontar para um cenário socioeconômico de maior estresse e conflito, devido a mudanças na disponibilidade hídrica e à maior frequência de eventos climáticos críticos. Uma das consequências mais conhecidas do aquecimento global é o aumento em intensidade e frequência de eventos climáticos extremos, como as secas duradouras, as chuvas torrenciais, e as intensas ondas de frio e de calor, entre outros. Esses fenômenos podem ter grande impacto sobre a infraestrutura de saneamento urbana à medida que podem afetar significativamente a disponibilidade e a distribuição temporal de vazão nos rios e níveis dos mananciais de abastecimento público.

No Brasil, um sem número de eventos extremos também vem sendo observados, como registra o **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, da Defesa Civil (1991-2012)**, e os monitoramentos do Cemaden (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). São Paulo, por exemplo, a maior cidade do País, viu chover boa parte do volume previsto para o mês de abril/2017 em um único dia. Três meses depois, a cidade passou mais de 30 dias sem uma gota de chuva sequer, no julho mais seco em 22 anos. Entre 2014 e 2015, a região Sudeste viveu a pior estiagem em 84 anos.

Identifica-se como um problema nesse processo, o fato de que os modelos climáticos utilizados hoje para representar o clima atual e futuro do globo ainda não têm a capacidade de representar, de forma satisfatória, as variações climáticas interanuais causadas por oscilações atmosféricas. Assim, para uma melhor avaliação de como o clima está evoluindo em termos espaciais e temporais no planeta, são necessários dados relacionados ao fenômeno, com melhor qualidade e em quantidade adequada, bem como o estabelecimento de metodologias e escolha de indicadores que mostrem, com confiabilidade, a forma como ocorre a relação destes dados com as variações climáticas observadas e esperadas. Importante destacar que, esses modelos não estão adaptados à escala de bacias hidrográficas, onde devem ser aplicados os instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Mas, de que maneira esses eventos climáticos extremos impactam o saneamento? Como que as secas e as enchentes – os fenômenos extremos mais usuais no Brasil, em particular no Estado de São Paulo – atingem os sistemas de abastecimento de água, de coleta e tratamento de esgoto, e de drenagem urbana?

Espera-se a condução de estudos para investigar as ações e medidas que propiciem uma melhor adaptação às mudanças do clima, e que poderão compor uma estratégia ou um plano de ação para eventos extremos, para enfrentar o desafio da gestão dos recursos hídricos, frente aos fenômenos climáticos que impactam as atividades humanas e o meio ambiente.

TEMA 10: RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Estado de São Paulo é formado por 645 municípios, dos quais 422 têm população ^[1] menor que 25.000 habitantes. Este elemento expõe a dificuldade, em termos de escala, para a criação de cadeias tecnológicas para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

A destinação ambientalmente adequada dos RSU é um problema a ser equacionado no Brasil. Segundo o PLANSAB 2019 ^[2], 74% da massa de resíduos sólidos é disposta em aterros sanitários, sendo que o restante do lixo ainda é disposta de forma inadequada.

A destinação de RSU em aterros sanitários não é uma solução definitiva. Tal método exige áreas adequadas destinadas para sua construção. Enquanto os aterros atuais estão com sua vida útil se esgotando, a disponibilidade de áreas está diminuindo, tornando a logística cada vez mais cara e ineficiente, devido ao aumento da distância entre geração e disposição.

Nos países europeus, devido às restrições de disposição de RSU em aterros, foram adotados métodos que reduzem substancialmente o volume de resíduos dispostos em aterros sanitários. O principal método é o WTE ("Waste to Energy"), o qual consiste em tratar termicamente os resíduos, valorizando-os por meio da venda de energia. Existem várias tecnologias disponíveis, como por exemplo: incineração controlada, gaseificação e pirólise. Há ainda possibilidade de aproveitamento energético do biogás/biometano gerado, utilizado em inúmeros países da Europa, propiciando a maximização na utilização dos recursos.

O método WTE, entretanto, ainda está em fase embrionária no Brasil e ainda não foi adotado devido à resistência de setores da sociedade, ao custo de investimento para instalação e problemas para levantamento de garantias dos valores investidos, entre outros fatores.

Diante desse cenário, o Governo do Estado de São Paulo, por intermédio da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, estabeleceu como fundamentos para a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010 e Decreto nº 7.404/2010), em harmonia com a Política Paulista Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.300/2006 e Decreto nº 54.645/2009), a promoção de avanços na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos e efetivação das políticas públicas, com foco na regionalização e em novas rotas tecnológicas para o tratamento e destinação adequada dos resíduos sólidos, reduzindo a quantidade de resíduos gerados e a necessidade de aterros para a adequada disposição. Ademais, pretende-se prolongar a vida útil dos aterros existentes e minimizar a necessidade de novos, bem como avaliar alternativas eficientes e sustentáveis para utilização de áreas de aterros encerrados.

Esperam-se que sejam apresentados estudos que forneçam propostas de soluções para a questão da transformação de Resíduos Sólidos em energia, considerando as principais rotas tecnológicas disponíveis em função da quantidade de resíduo gerado, localização geográfica, escala de operação e viabilidade técnica, econômica, social e ambiental, dentre outros aspectos.

TEMA 11: ALTERNATIVAS PARA ELABORAÇÃO E GESTÃO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

No mundo VUCA, em que empresas devem reagir rapidamente às mudanças diante da volatilidade (*volatility*), incerteza (*uncertainty*), complexidade (*complexity*) e ambiguidade (*ambiguity*) é necessário que o processo de planejamento tenha a agilidade adequada para fornecer o direcionamento corporativo em tempo hábil. Adicionalmente, para uma empresa com as características da Sabesp, é imprescindível considerar as condições de conformidade e prestação de contas às quais está sujeita uma empresa de Capital Misto (legislação, ambiente regulado, órgãos de controle, tribunal de Contas, sócios, entre outros).

Considerando estes aspectos, é muito importante o conhecimento de como grandes empresas ou grupos empresariais estão estruturados em suas atividades de Planejamento. Quais ferramentas, frameworks e/ou metodologias ágeis estão utilizando para nortear as decisões e ações das empresas e quais propostas de planejamento os estudos estão apontando, hoje, como sendo as mais promissoras para fornecer direcionamentos, respostas rápidas e que gerem os resultados que a empresa espera dentro do contexto de atuação.

Neste sentido, esperam-se estudos que busquem formas de estruturar o Planejamento Estratégico dentro da Sabesp e seu respectivo desdobramento nos níveis Tático e Operacional de forma inovadora.

TEMA 12: IMPLANTAÇÃO DO BIM NO SANEAMENTO

Embora a Modelagem da Informação da Construção (em inglês, *Building Information Modeling* — BIM) seja um desenvolvimento emergente e altamente impactante para a indústria da arquitetura e construção (AEC), ainda é pouco utilizada no Brasil no setor de infraestrutura, especialmente no saneamento.

Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e as informações necessárias para dar suporte ao fornecimento de insumos, construção, operação e manutenção de um empreendimento.

O BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, fornecendo uma base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Isso facilita a integração dos processos de projeto e obra, resultando em construções de melhor qualidade com custos e prazos de execução reduzidos.

Por se tratar de uma iniciativa nova para a indústria AEC e em especial para o setor, são poucos os estudos que vinculam os processos BIM aos processos específicos do saneamento. Nesse cenário, alguns temas valem exploração e aprofundamento a fim de atender as demandas do setor e, também, de forma mais específica, à Sabesp.

SUBTEMA 12.1: RELAÇÃO BIM E GESTÃO DE PROJETOS

Apesar de todos os benefícios potenciais do uso do BIM a sua implantação gera um forte impacto nas organizações que o adotam. Esse impacto surge, por um lado, pela substituição dos processos e políticas tradicionalmente utilizados para a elaboração de projetos e, por outro, pelo acréscimo de possibilidades de gestão vinculados às novas ferramentas disponíveis e a quantidade de informações que esta adoção proporciona.

Entretanto, para acessar toda a potencialidade do seu uso, se faz necessário entender as interações que ocorrem entre esses novos processos BIM e os processos de gestão de projetos atualmente utilizados pela Sabesp, com foco na obtenção de informações ligadas aos objetivos estabelecidos no mapa estratégico da empresa.

Como sugestão, para além dos processos de gestão de projetos Sabesp, que utilizam como base conceitual o modelo de cascata, deverão ser consideradas as possíveis interações entre os processos BIM com outros modelos de gestão, em especial de métodos ágeis.

SUBTEMA 12.2: RELAÇÃO BIM E SIG (SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA)

Conceitualmente o BIM, por si só, pode ser considerado um sistema de informações geográfico (SIG), entretanto, os SIGs cumprem um papel que na maioria das vezes não é o foco do BIM. Neste sentido, métodos e sistemas BIM e SIG podem ser considerados complementares a depender dos usos, objetivos a serem alcançados e tipo de projeto em que são utilizados.

Claramente, os principais potenciais de uso do SIG estão vinculados às estruturas lineares de infraestrutura e, no caso do BIM, às instalações localizadas, torna-se necessário o entendimento da interação entre esses dois usos, a fim de potencializar os resultados a serem obtidos com os distintos métodos e processos.

Além disso, por não se restringirem aos usos típicos acima descritos, outras investigações se fazem necessárias com foco em outras possibilidades de interação.

SUBTEMA 12.3: ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA A MODELAGEM DE INFRAESTRUTURA EXISTENTE

Uma das grandes dificuldades atuais da Sabesp está relacionada a gestão dos seus ativos, principalmente no que se refere a efetiva comprovação de sua implantação e dos investimentos realizados nos municípios, o que impacta diretamente no regramento da composição tarifária, principal fonte de receita da empresa.

Novos métodos e ferramentas hoje existentes podem contribuir decisivamente para este complexo cenário, sendo a modelagem de infraestruturas existentes, um dos principais potenciais de geração de valor. Apesar disso, não há ainda um procedimento para a criação de uma estrutura organizada de modelagem dessas infraestruturas já instaladas.

Assim, torna-se difícil estabelecer processos e critérios que possam ser considerados relevantes à uma avaliação de resultados e, como consequência, que possam ser disseminados como exemplo de procedimento a serem seguidos.

Como proposta, sugere-se a exploração desse tema, considerando como foco os ativos atualmente existentes na Sabesp, sejam eles de estruturas localizadas ou lineares, e a sua gestão, principalmente vinculados às informações exigidas pelos órgãos reguladores do setor para a comprovação dos investimentos realizados para os processos de revisão tarifária.

SUBTEMA 12.4: ESTABELECIMENTO DE FORMATO DE DADOS PARA A EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DOS MODELOS BIM CONSIDERANDO AS EVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SOFTWARES

A alta velocidade do avanço tecnológico de softwares e dos processos BIM vem fazendo com que uma das grandes preocupações da adoção do BIM seja a dificuldade da gestão das informações, e mais especificamente da extração e organização dos dados extraídos a partir dos modelos BIM.

Esta preocupação torna-se especialmente importante para empresas de infraestrutura uma vez que são bastante estendidos tanto os períodos de execução dos empreendimentos (na Sabesp os empreendimentos levam em média 5 anos para serem desenvolvidos e executados), quanto de operação e manutenção das estruturas construídas. Nesse sentido, tanto no cenário de planejamento e execução do empreendimento, quanto de sua operação e manutenção, se vê a necessidade de se organizar a arquitetura de armazenamento dos dados inseridos nos modelos, bem como estratégias para a extração dessas informações e dos **formatos genéricos de dados**, para que possam superar as evoluções tecnológicas e periódicas dos softwares.

Assim, a investigação para a proposição de uma estrutura de dados e de estratégias de extração de informações a partir de modelos BIM que considere o estágio inicial de implantação dos processos e ferramentas BIM na estrutura de uma empresa de infraestrutura, se coloca como essencial para o adequado uso dos dados inseridos nos modelos, mesmo esses sendo antigos.

[1] Fonte: IMP SEADE – Julho/2019.

[2] Plano Nacional de Saneamento Básico de 2019

FAPESP

R. Pio XI, 1500 - Alto da Lapa - CEP 05468-901 São Paulo/SP - Brasil
Tel: (+55) 11 3838-4000 - Atendimento ao público das 9h às 16h