

II-422 - ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS DE REUSO DE EFLUENTE DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

Marcelo Obraczka⁽¹⁾

Engenheiro Civil-Sanitarista pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Mestre em Ciência Ambiental pelo PGCA/UFF, Doutor pelo Programa de Planejamento Energético PPE/COPPE/UFRJ – Prof. Adjunto do Depto de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia da UERJ.

Adriana Monteiro S. Campos⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Civil com ênfase em Sanitária pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Douglas do Rosário Silva⁽³⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Skarlat Reynnelly Alves⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Civil com ênfase em Sanitária pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Gustavo Silva Ferreira⁽⁵⁾

Graduand0 em Engenharia Civil com ênfase em Sanitária pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier, 524, Sala 5029F - Maracanã - RJ - RJ - CEP: 20550-900 - Brasil - Tel: +55 (21) 23340777 – 971012734 - e-mail: obraczka@ppe.ufrj.br

RESUMO

Nos últimos anos, sobretudo entre 2014 e 2015, várias cidades brasileiras se depararam com inúmeros problemas de desabastecimento de água, ocasionados não somente pela escassez de água bruta como também pelo consumo descontrolado, pela ineficiência e má gestão dos recursos hídricos. Por outro lado, não faltam alternativas para o enfrentamento dessa situação crítica, iniciativas essas que não passam necessariamente pela construção/ampliação dos sistemas de abastecimento.

Como alternativa de abastecimento/fonte de água, o Reuso de efluentes sanitários já é uma prática corrente em vários países do mundo, principalmente naqueles que se convive com situações de estresse hídrico, e surge como uma oportunidade no enfrentamento de crise pelo uso não racional e sustentável da água. No Brasil, com exceção de alguns setores corporativos, o Reuso ainda é incipiente.

O presente trabalho visa avaliar o estado da arte do reuso e as possibilidades de rotas de Reuso dos efluentes das principais Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's) da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, identificadas como fontes localizadas de geração de grandes vazões/volumes de efluentes com boas características de reaproveitamento.

Com essa finalidade e a partir do levantamento de informações por meio de entrevistas, pesquisas e consultas às entidades parceiras do projeto, como FIRJAN, CEDAE, COMLURB, CBH-BG, INEA e FOZ AGUAS 5, está sendo elaborado um mapeamento associado a banco de dados georreferenciados sobre geração e demandas por água de Reuso na RMRJ. Para auxiliar no levantamento das demandas do setor corporativo, identificado como prioritário para implementação do Reuso, foram elaborados e aplicados questionários eletrônicos junto as principais indústrias, identificadas a partir de cadastro fornecido pela FIRJAN. O presente estudo concluiu que existem potencialidades para o Reuso tais como a existência de fontes confiáveis de efluente tratado em quantidades e qualidade bastante interessantes, como é o caso das ETE's com tratamento a nível secundário, como Penha, Alegria e Deodoro. Porém, com base nas informações colhidas até o presente, incluindo o levantamento de legislação e de estudos de caso fora do país, pode ser constatado que a carência de incentivos e de legislação específica/informações mais seguras sobre Reuso são fortes impedimentos a sua implementação na nossa realidade. Também corroboram para o reduzido índice de Reuso que se verifica atualmente problemas logísticos e de interligação em função da grande distância usualmente existente entre geradores (como as ETE's) e grandes consumidores em potencial, como as indústrias e os parques/distritos industriais. No caso do universo corporativo, a realidade é distinta: premidas por questões como a possibilidade de escassez, aumento exponencial das contas de água, bem como pelas exigências dos órgãos ambientais as empresas vêm adotando crescentemente o Reuso no seu cotidiano.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez de água, Gestão de recursos hídricos, Reuso de efluentes domésticos.

INTRODUÇÃO

O conceito de Reuso se baseia em procurar utilizar em uma escala controlada serviços que o meio ambiente já nos proporciona naturalmente, através da autodepuração e do próprio ciclo hidrológico: a purificação cíclica da água. Em muitos países a utilização de águas para reuso vem sendo implementada há vários anos, e desempenha uma importante função socioambiental e econômica. Incentivados pela crise e escassez hídrica - em função do aumento do consumo e de problemas ambientais - há países que reutilizam águas servidas para fins potáveis ou, ainda, construíram sistemas específicos para seu melhor aproveitamento. Em Israel, boa parte dos esgotos das cidades é infiltrado propositalmente no solo visando sua depuração e recarga dos aquíferos para posterior reaproveitamento a jusante. De acordo com Nuvolari (2011), esse pequeno país pretendia já em 2015 possuir 70% da água destinada à sua agricultura com origem no reuso. Na Dinamarca, algumas cidades possuem dois sistemas de abastecimento distintos, sendo um destinado à água potável para dessedentação e banho, enquanto que outro é destinado a usos menos nobres, como o funcionamento dos sistemas de esgoto, sendo esse último operado com águas de reuso. Cerca de 62% do reaproveitamento das águas municipais nos EUA é destinada a irrigação, 32% para as indústrias, 5% para recarga subterrânea e os restantes 1% para outros usos (METCALF E EDDY, 1991). No Brasil a demanda por água para irrigação equivale a 2/3 do total, sendo que em algumas regiões as demandas de água já superam as disponibilidades e, portanto, uma das soluções para superar os déficits é utilizar na agricultura águas que receberam esgoto sanitário, tratado ou simplesmente diluído (NUVOLARI, 2011).

Considerando o grande volume desperdiçado e os impactos ambientais dos corpos receptores, há iniciativas em diversos Estados brasileiros para reaproveitamento das águas de lavagem dos filtros nas ETA's, retornando-as para o próprio processo com grandes vantagens. O mesmo não pode ser dito em relação aos efluentes domésticos. Uma das principais razões para que isso não ocorra nas áreas urbanas servidas por sistemas de esgotamento sanitário adequados é o fato de que a disponibilização de boa parte dessa vazão se concentra em pontos específicos (ETE's), onde usualmente não há demanda suficiente e/ou próxima por esse tipo de insumo que justifique os custos inerentes a uma transposição ou recalque até o ponto de consumo. Portanto, de uma maneira geral, há necessidade de grandes investimentos e obras para o escoamento da água de reuso e viabilização de seu aproveitamento em locais onde a demanda viabilize o projeto.

Havia uma proposta inicial do INEA/SEA de atendimento de parte da demanda prevista para o empreendimento do COMPERJ por meio do efluente tratado, proveniente da ETE Alegria. Esse projeto acabou sendo abandonado por questões de inviabilidade econômica, em função dos problemas inerentes ao COMPERJ, entre eles o próprio "encolhimento" do projeto, a elevada qualidade da água exigida, e a distância entre o produtor e o consumidor de água de reuso. Tais impedimentos se devem em parte a carência do sistema/modelo de planejamento atual em definir e incentivar a implantação de polos de tratamento de resíduos na mesma localidade ou nas proximidades de onde ocorrem as demandas, utilizando dessa forma os conceitos de Ecologia Industrial.

Em São Paulo, com taxas de água e esgoto cada vez mais elevadas e a utilização pelo poder público de instrumentos de penalização (multas) pelo uso de água em excesso, o Reuso passou a ser cada vez mais atrativo economicamente para as empresas que consomem mais água, sendo o mesmo incentivado e incorporado ao processo industrial, especialmente no próprio local onde o efluente tratado é gerado. Também no RJ a água de reuso possui vocação predominantemente industrial, pois é a opção mais viável, considerando que a potabilização ainda é em muitos casos proibitiva, devido aos custos que envolve e a falta de normatização sobre o tema. Algumas indústrias fluminenses já adotaram o reuso, uma vez que a utilização de água potável da rede pública gera custos tais que justificam a implantação de um sistema próprio de reaproveitamento e retorno da água tratada para o processo.

Há também as exigências da legislação ambiental, como a Lei Estadual 6034/2011, que dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-rápidos, transportadoras e empresas de ônibus urbanos intermunicipais e interestaduais, localizados no RJ, a instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos. Além das iniciativas pontuais de empresas, o reuso de água também vem sendo implementado no RJ a partir de iniciativas de empreiteiras junto a CEDAE que utilizaram efluente tratado a nível secundário da ETE Alegria, após cloração, para uso nas obras do Projeto Porto Maravilha. Há também o aproveitamento de uma pequena parcela do esgoto tratado da ETE da Penha pela COMLURB para lavagem de ruas, feiras e afins. Essas informações devem ser consideradas como meras estimativas, tendo em

vista a carência de dados mais detalhados mais detalhada sobre o funcionamento desses sistemas. De acordo com informações colhidas de maneira informal, o preço cobrado é meramente simbólico, e essa prática ainda é pouco representativa, tendo em vista os impedimentos relacionados aos problemas de transporte da água de reuso desde a sua fonte até o seu destino. Sabe-se, todavia, que existe um potencial de demanda muito maior, tendo em vista não somente a elevação das taxas de água como, em muitos casos, as dificuldades de abastecimento de algumas áreas urbanas no Rio de Janeiro. Essas dificuldades de atendimento das demandas podem inclusive impedir ou cercear o maior desenvolvimento econômico de área ou região pela carência água.

Há ainda outras fontes potenciais de águas servidas (de reuso): trata-se dos efluentes de 17 ETE'S da área de concessão municipal na zona oeste (AP-5). A RMRJ se situa estrategicamente no exutório da respectivamente Bacia o que torna o reuso ainda mais atrativo, tendo em vista que suas águas servidas, são escoadas para o oceano não sendo aproveitadas a jusante, como é o caso por exemplo de cidades no Vale do Paraíba. Em se tratando do RJ e de suas particularidades, identifica-se prioritariamente o uso industrial como o de maior potencial para as águas de reuso, especialmente em setores que demandam maiores quantidades e ao mesmo tempo menos exigente em relação à qualidade da água, embora seja importante ressaltar que as exigências são determinadas em função das necessidades dos próprios processos produtivos. De uma água para lavagem de piso se exige uma qualidade bem inferior às necessidades de uma água a ser utilizada para fins mais nobres, como por exemplo, para fins de incorporação ao processo industrial, contato primário e outro. As áreas/zonas industriais são os locais mais atrativos, pois concentram em uma área relativamente reduzida uma grande quantidade de potenciais consumidores de água de reuso. Empresas como a REDUC utilizam grande quantidade de água, nas variadas etapas dos seus processos, sendo, portanto, grandes clientes em potencial.

Já tendo sido aplicada com êxito em outras áreas, a Ecologia Industrial é um conceito em que se propõe a atingir uma maior sustentabilidade e ganhos socioeconômicos e ambientais através da racionalização na utilização de recursos naturais necessários aos processos produtivos, agrupados na forma de condomínio ou parque industrial (MAGRINI e VEIGA, 2012). Nesse modelo, os resíduos de uma determinada atividade são aproveitados como insumos de outra atividade e assim sucessivamente. Frente à tradicional concepção da economia como um sistema aberto e linear – que extrai matérias-primas do meio ambiente e devolve, em forma de poluição, resíduos e grandes quantidades de subprodutos não utilizados – esse modelo foi concebido de forma a realizar a transição da lógica de produção linear para a de ciclo fechado (WELLS e ZAPATA, 2012) (EHRENFELD e GERTLER, 1997). A atividade industrial baseada nesta concepção pode, portanto, diminuir sensivelmente os impactos associados à poluição e ao descarte de resíduos, enquanto também racionaliza o consumo de recursos estratégicos como a água (VEIGA, 2007). A Ecologia Industrial pode ser utilizada como uma ferramenta para melhorar a gestão em várias vertentes. Como na gestão mais adequada de recursos hídricos, ao racionalizar a utilização de insumos, incluindo o consumo de água, contribuindo, portanto, para diminuir a dependência em relação aos recursos, o que se torna de grande valia especialmente em períodos de escassez.

Há basicamente quatro grandes obstáculos para implementação da utilização da água de reuso que foram identificados: 1-falta de cultura, base de dados, conhecimento e legislação específica sobre o tema; 2-carência de incentivos; 3-a distância usual entre os centros geradores e os empreendimentos com maior potencial de demanda/consumo de água de reuso; 4- envolvimento de uma grande variedade de órgãos/entidades de diferentes esferas institucionais e de governança, dificultando uma ação mais planejada/coordenada. Há, portanto, a necessidade de maior aprofundamento no conhecimento não somente das potencialidades como também das restrições de forma a subsidiar proposições medidas que resultem em uma maior difusão e operacionalização de sistemas de reuso, especialmente na realidade do RMRJ e do Rio de Janeiro.

OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo é avaliar o estado da arte de Reuso, com base em um extenso levantamento de dados sobre o tema e ainda fundamentando uma comparação com a realidade em outros estados e países no que tange a legislação, parâmetros e aplicações para o Reuso.

Entre os objetivos secundários (específicos) pode ser elencada a caracterização/montagem de um mapeamento em plataforma georreferenciada, associada a um banco de dados, contendo diversas informações referentes aos efetivos e potenciais geradores e consumidores de água de Reuso, bem como outras informações relevantes

pertinentes ao tema. Esses dados possibilitarão avaliar as potencialidades e os pontos mais críticos do cenário atual e as perspectivas futuras para implementação do Reuso na região metropolitana do Rio de Janeiro, enfocando a reutilização de efluentes de sistemas de tratamento secundário de esgotos domésticos (ETE's) na RMRJ.

Tendo em vista a reconhecida carência de normatização existente a respeito, que dificulta inclusive maiores avanços nesse campo, objetiva-se ainda, a partir dos dados levantados pelo presente estudo, fomentar a discussão sobre critérios legais e mecanismos de incentivo para implementação do Reuso, associados à gestão e ao planejamento urbano. A partir da análise de estudos de caso e de usos possíveis bem como do arcabouço legal levantado, pretende-se gerar subsídios para a proposta de políticas, ações e normatizações que melhor regulamentem e estimulem o reuso de águas servidas, promovendo uma maior racionalização na gestão de recursos hídricos na RMRJ.

METODOLOGIA

Para contextualização do objeto do estudo, foram inicialmente levantadas diversas referências bibliográficas disponíveis. Foram também levantados estudos de caso similares, além de legislação e normatização sobre o tema (Reuso) no Brasil e no exterior, inclusive em países considerados como referência, tais como EUA e membros da União Europeia. Foi feito também um levantamento da evolução da legislação relacionada a Reuso no Brasil nas últimas décadas.

A partir dos dados da caracterização geral e mapeamento de efetivos e potenciais geradores e consumidores de Água de Reuso que está sendo realizado desde maio de 2016 foi montado um mapa em uma plataforma GIS, associado a um banco de dados relacionados direta e indiretamente ao tema de Reuso. Esse banco de dados está sendo alimentado e ampliado com base em informações obtidas a partir das respostas a solicitações diretas de informação a órgãos ambientais, de saneamento e de gestão de recursos hídricos, bem como a partir de informações disponíveis nas páginas dessas entidades na internet.

Outras importantes informações foram obtidas por meio de reuniões e entrevistas realizadas com gestores e técnicos situados em cargos/posições chave em órgãos e entidades de maior relevância no município e no estado do RJ, tais como FIRJAN, CEDAE, COMLURB e RIOAGUAS. Foi ainda elaborado um questionário eletrônico sobre Reuso que foi enviado a dezenas de parceiros e colaboradores – tais como fábricas, concessionárias de água e esgoto, e outras empresas. Os dados gerados a partir das respostas a esses questionários estão sendo compilados e integrados aos resultados da pesquisa, à medida que chegam.

Para maior embasamento da pesquisa, foram também levantados os resultados de análises periódicas de controle e monitoramento do afluente bruto e do efluente do tratamento secundário com base em dados disponíveis nas Declarações de Carga Poluidora e nos Relatórios de Avaliação de Efluentes de ETE's situadas na RMRJ entre os quais DQO, DBO, RNFT, Turbidez, Óleos e Graxas, MBAS, e Materiais Sedimentáveis. O período avaliado foi de Julho de 2015 a Junho de 2016. Há ainda outros sistemas de médio e grande porte que possuem maior potencial de geração de água de Reuso, em função da qualidade e quantidade de efluente e da localização privilegiada, como as ETE's de Sepetiba, Vilar Carioca e Pedra de Guaratiba (FOZ AGUAS 5) e Sarapuá, Pavuna-Meriti, Ilha do Governador (CEDAE).

Esses sistemas - que operam basicamente com tratamento secundário de esgotos domésticos tratamento - foram adotadas prioritariamente para o estudo por se considerar que sejam os mais viáveis para implementação do Reuso, tanto pela qualidade como pela quantidade de efluente neles tratada. Entre eles, há três ETE's em operação que já possuem sistema de Reuso: Deodoro, Penha e Alegria.

Com relação aos sistemas que operam com água de Reuso foram também incluídos os parâmetros de Cloro Residual, Colimetria, dados esses que ainda não foram disponibilizados pelas respectivas operadoras desses sistemas (CEDAE e FOZ AGUAS 5).

Essa massa de dados foi então compilada de forma a possibilitar um diagnóstico inicial da situação do Reuso na RMRJ, gerando ainda subsídios para o detalhamento das etapas subsequentes do estudo, quais sejam: a

caracterização dos efluentes das ETE's adotadas como prioritárias e a avaliação da viabilidade de implementar a qualidade/quantidade de água de Reuso para atendimento de demandas identificadas no seu entorno.

RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

A partir dos primeiros dados provenientes dos levantamentos realizados, foi possível avaliar a evolução da legislação no país nas duas últimas décadas (Figura 1) bem como compilar marcos relevantes da normatização existente referente ao tema, associada aos usos permitidos para a água de reuso (Tabela 1).

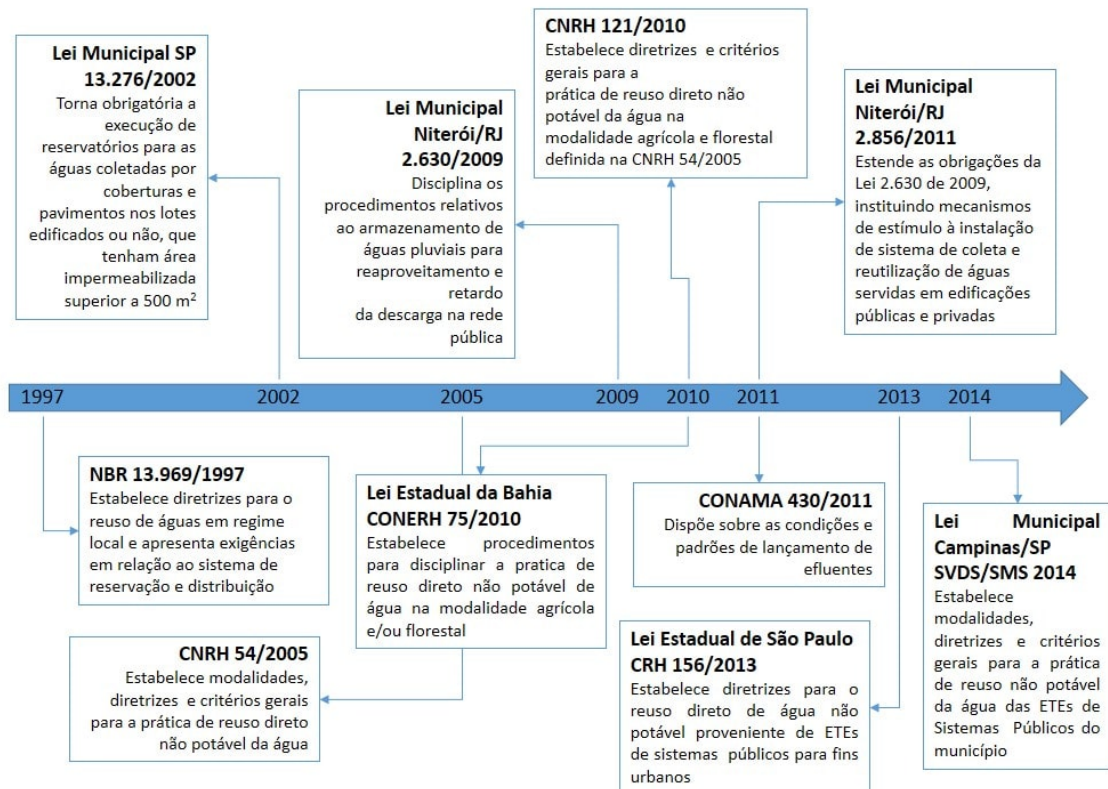


Figura 1: Evolução da legislação relacionada a Reuso no Brasil nas últimas décadas

Tabela 1: Exemplos de marcos legais sobre reuso de água no Brasil

| LOCAL | LEGISLAÇÃO | DESCRIÇÃO/USOS |
|----------------|--|---|
| Geral | NBR 13969: prevê a classificações em 4 classes, com respectivos valores de parâmetros para esgotos definidos conforme a utilização da água de reuso | Irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, descarga dos vasos sanitários, manutenção paisagística dos lagos e canais com água, irrigação dos campos agrícolas e pastagens. |
| Geral | CNRH 54 e 121: As diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as modalidades de reuso definidas nos incisos deste artigo serão estabelecidos pelos órgãos competentes. A atividade de reuso de água deverá ser informada, quando requerida, ao órgão gestor de recursos hídricos, para fins de cadastro. | Irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana, produção agrícola e cultivo de florestas plantadas, implantação de projetos de recuperação do meio ambiente, processos, atividades e operações industriais, utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos. |
| São Paulo (SP) | CRH 156/2013: Deve-se solicitar a Outorga de Autorização de Implantação de Empreendimento e apresentação do estudo de Viabilidade de Implantação, contemplando o balanço hídrico para a avaliação dos efeitos da retirada parcial ou total do lançamento de efluentes da ETE no corpo hídrico. | Irrigação paisagística, inclusive nos quais o público tenha ou possa a vir ter contato direto; Lavagem de logradouros e outros espaços, públicos e privados; Construção civil, incorporada ao concreto não estrutural, cura de concreto em obras, umectação para compactação em terraplenagens, lamas de perfuração em métodos não destrutivos para escavação de túneis e instalação de dutos, resfriamento de rolos compressores em pavimentação e controle de poeira em obras e aterros; Desobstrução de galerias de água pluvial e de rede de esgotos; Lavagem de veículos especiais, a saber, caminhões de resíduos sólidos domésticos, coleta seletiva, construção civil, trens e aviões; Usos em processos, atividades e operações industriais. |
| Campinas (SP) | SVDS/SMS nº 09/2014: Classificação em duas classes, com respectivos valores de parâmetros. Encaminhamento de relatórios mensais ou trimestrais à SVDS. | Irrigação paisagística, de caráter esporádico ou sazonal, de parques, jardins, campos de esporte e lazer urbanos, ou áreas verdes de qualquer espécie, inclusive nos quais o público tenha ou possa a vir ter contato direto; Lavagem de logradouros e outros espaços, públicos e privados; Construção civil; Desobstrução de galerias de água pluvial e de rede de esgotos; Lavagem de veículos especiais, a saber, caminhões de resíduos sólidos domésticos, coleta seletiva, construção civil, trens e aviões; Usos em processos, atividades e operações industriais. |
| Bahia | CONERH 75/2010: Determina as mesmas características microbiológicas recomendadas pela OMS de reuso de água para fins agrícolas e/ou florestais, valores para condutividade elétrica e metais. | Produção agrícola e cultivo de florestas plantadas |
| Rio de Janeiro | LEI ESTADUAL 6034/2011 | Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-rápidos, transportadoras e empresas de ônibus urbanos intermunicipais e interestaduais, localizados no RJ, a instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos. |

Também foram levantados os usos permitidos para água de reuso pela legislação vigente em alguns estados americanos e em países membros da Comunidade Européia, compilados na Tabela 2.

Tabela 2: Utilizações possíveis para água de reuso no exterior

| | Local | Utilizações/destinações possíveis para a água de Reuso |
|-----------------------|----------------------------|---|
| Estados Unidos | Arizona | Irrigação, processos industriais, recarga do aquífero e pequenos usos em lagos urbanos, fontes e restauração de áreas pantanosas. |
| | Nevada | Irrigação de campos de golfe, utilização em parques e recreação, recarga do aquífero. |
| | Colorado | Processos industriais evaporativos e não evaporativos, manutenção de estradas e construção, irrigação paisagística, utilização em zoológicos, irrigação na agricultura para tipos não comestíveis e silvicultura, água para lavagem, lavanderias comerciais, lavagem de veículos, proteção contra incêndio não residencial. |
| | Califórnia | Irrigação, uso comercial e industrial (resfriamento), energia geotérmica, barreira contra intrusão de água do mar, recarga do aquífero, restauração de sistemas naturais |
| | Washington, Oregon e Idaho | Irrigação, resfriamento na produção de eletricidade, limpeza de ruas, recarga do aquífero, processos comerciais e industriais, restauração de áreas pantanosas. |
| | Flórida | Irrigação de áreas residenciais, campos de golfe, parques e agricultura (com restrições), resfriamento em indústrias, recuperação de áreas pantanosas e recarga do aquífero. |
| União Europeia | França | Irrigação de canteiros, campos de golfe, cereais e jardins. Resfriamento industrial. |
| | Alemanha | Agricultura |
| | Grécia | Abastecimento de regiões com problemas de escassez e agricultura. |
| | Itália | Agricultura e uso industrial |
| | Portugal | Irrigação, construção de rodovias e lavagem de veículos. |
| | Reino Unido | Irrigação, lavagem de veículos, resfriamento industrial. |

Sistemas de abastecimento de grande porte baseados na utilização de água de Reuso já são uma realidade em muitos países. Na Tabela 3 são apresentados dados gerais a respeito de alguns dessas plantas de tratamento, bem como a destinação da água de reuso e tipo de tratamento recebido pelo efluente.

Tabela 3: Estudos de casos de utilização de água de reuso no exterior

| ETE/Localização | Destinação (tipologia de reuso) | Vazão | Nível de tratamento | Observações |
|------------------------|---|---|--|--|
| Barcelona / Espanha | Fluxo ecológico, irrigação de agricultura, Wetlands, barreira contra intrusão da água do mar. | 3,5 m ³ /s (302400 m ³ /dia) | Tratamento terciário | Sao produzidas duas qualidades de água: 1- destinada ao fluxo ecológico, irrigação e wetlands; 2- de melhor qualidade, no qual possui duas etapas adicionais, para a barreira de intrusão de água do mar. |
| Durban / África do Sul | Industrial | 43000 m ³ /dia à 48000 m ³ /dia | Tratamento secundário e Tratamento terciário | O projeto de reuso de Durban demonstrou o potencial econômico do esgoto urbano, conseguindo realizar o tratamento do esgoto doméstico e revender a água para uso industrial, obtendo uma economia de 10% do volume de água utilizado. |
| Windhoek / Namíbia | Reuso Potável direto | 21000 m ³ /dia | Tratamento secundário e terciário | Para minimizar os riscos associados ao reuso potável direto, foi adotado a filosofia de múltiplas barreiras para os parâmetros críticos, bem como barreiras complexas para os compostos orgânicos problemáticos e protozoários patogênicos resistentes. Além disso, mistura-se água proveniente da planta de reuso com água fresca de diferentes origens de modo que no máximo 35% de água potável e água de reuso. O custo operacional da Estação de tratamento da água de reuso situou-se em U\$\$ 0,77/m ³ |
| Kranji / Singapura | Reuso Potável indireto | 10000 m ³ /dia | Tratamento secundário | As tecnologias de membranas associadas em microfiltração ou ultra filtração mais osmose reversa ou tratamento avançado mais ultra filtração, estão ganhando maior importância porque tornam possível o suprimento de água de qualidade físico-química e microbiológica em conformidade com os padrões da Organização Mundial de saúde (WHO) |

A Tabela 4, apresentada a seguir, discrimina alguns custos do m³ de Reuso; um com base no estudo de caso da planta de Windhoek, na Namíbia, voltada para uso potável e em um outro a partir de em um sistema de reutilização de águas para lavagem de veículos em uma garagem de uma grande empresa de ônibus no RJ. Com fins comparativos, são também relacionados alguns custos do m³ de água tratada, inclusive por dessalinização (osmose reversa).

Tabela 4: custos do m3 de água tratada

| Empresa/ Concessionaria | Localização | Tipo de água | Custo (\$/m3) | Referencia |
|------------------------------------|-----------------------|--|--|--------------------------|
| Águas do Brasil | RJ | Água tratada convencional para abastecimento público | R\$2,30/m3 | Lemontov, 2015 |
| CEDAE | RJ | Água tratada convencional para abastecimento público | R\$3,00/m3 | Lemontov, 2015 |
| COPASA | MG | Água tratada convencional para abastecimento público | R\$2,60/m3 | Lemontov, 2015 |
| SABESP | SP | Água tratada convencional para abastecimento público | R\$2,10/m3 | Lemontov, 2015 |
| SANEPAR | PR | Água tratada convencional para abastecimento público | R\$3,00/m3 | Lemontov, 2015 |
| Várias | Exterior | Água de sistema de Dessalinização por Osmose | R\$4,89/m3(US\$1,33/m3) | Lemontov, 2015 |
| FETRANSPOR | RJ | Água de Reuso para lavagem de veículos | R\$2,65/m3 | FETRANSPOR, sem data |
| | Windhoek / Namíbia | Água de Reuso para uso potável direto | US\$ 0,77/m ³ (R\$2,51 /m3) | Hilsdorf e Neto, 2015 |

Mesmo considerando-se se tratar de realidades bem distintas, bem como envolver valores estimados, pode constatar que o custo do m³ da água de Reuso não extrapola a média dos custos do m³ de água tratada dos vários casos levantados.

Montagem da base de dados

A partir de dados levantados junto ao poder público concedente, Concessionárias, órgão ambiental e gestor dos recursos hídricos estadual (INEA) e municipal (Rio Águas e SMAC da PMRJ), bem como através de pesquisas em sistemas de informação e de indicadores - como IBGE e o SNIS - estão sendo mapeadas as principais fontes e demandas de água de Reuso na RMRJ. Com base nos resultados iniciais, foi possível elaborar uma base georreferenciada de Reuso na RMRJ (mapa da Figura 2), sendo esse mapa associado a um banco de dados.

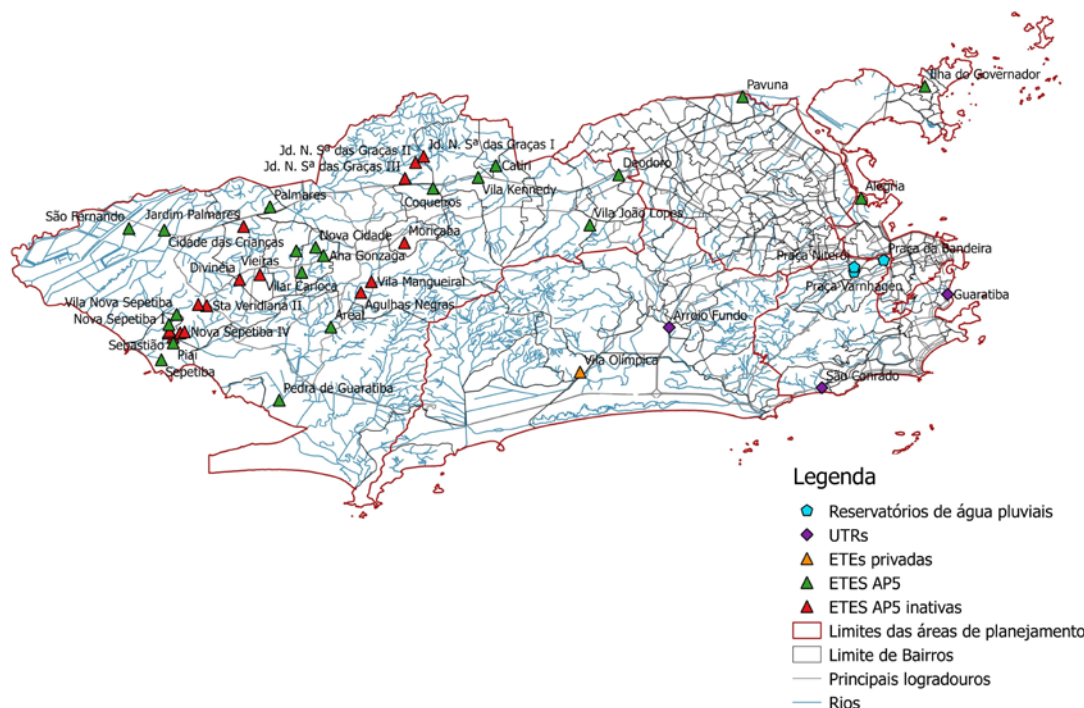


Figura 2: Mapeamento de potenciais geradores de água de reuso no Município do Rio de Janeiro, por área de planejamento municipal e por região/bacia hidrográfica

Nesse banco de dados estão incluídos, entre outros, dados de vazão e qualidade dos afluentes e efluentes de ETE's ativas e inativas, por área de concessão, outras fontes potenciais de água de Reuso como UTR's e reservatórios de amortecimento de águas pluviais, regiões e bacias hidrográficas, corpos hídricos, bem como dados referentes a efetivos e potenciais consumidores de água de Reuso, como distritos e polos industriais, garagens de ônibus e caminhões da frota de limpeza urbana, entre outros.

A Tabela 5 apresenta uma compilação de alguns desses dados levantados, enfocando ETE's de maior porte na RMRJ que possuem tratamento secundário de esgotos domésticos, incluindo vazões efetivas afluentes e tipo de tratamento.

Tabela 5: Vazões médias de projeto e tipo de tratamento para distintas ETE's de maior porte na RMRJ com potencial ou que já operam com Reuso

| Fonte (ETE) | Tipologia do afluente | Empresa/ concessionária responsável | Tipo de tratamento Secundário | Vazão média de projeto (m ³ /dia) | Possui Reuso (m ³ /dia) |
|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| ETE Deodoro | Esgotos domésticos | Foz Aguas 5 | Lodos ativados por aeração prolongada | 18.144 | 240 |
| ETE Sepetiba | Esgotos domésticos | Foz Aguas 5 | Lodos ativados por aeração prolongada | 5.184,0 | Não |
| ETE Pedra de Guaratiba | Esgotos domésticos | Foz Aguas 5 | Reator UASB mais biofiltro aerado submerso mais decantador secundário | 3.456,0 | Não |
| ETE Vilar Carioca | Esgotos domésticos | Foz Aguas 5 | Lodos ativados por batelada | 1.114,6 | Não |
| ETE Alegria | Esgotos domésticos | CEDAE | Lodos ativados por aeração prolongada | 216.000,0 | Sim – não informado. Adotado: 720(1) |
| ETE Penha | Esgotos domésticos | CEDAE | Lodos ativados por aeração prolongada | 103.680,0 | Sim – não informado. Adotado: 720(1) |
| ETE Sarapuí | Esgotos domésticos | CEDAE | | 129.600,0 | Em projeto |
| ETE Pavuna Meriti | Esgotos domésticos | CEDAE | | 129.600,0 | Em projeto |
| ETE Ilha do Governador | Esgotos domésticos | CEDAE | Lodos ativados por aeração prolongada | 38.880,0 | Não |
| TOTAL | | | | 645.658,6 | 1680 |

Notas: (1) – com base em dados fornecidos pela COMLURB sobre de quantidade de caminhões pipa por ela utilizados

Por serem sistemas de médio e grande porte, situadas em pontos estratégicos espalhados pela RMRJ, e gerando um efluente de boa qualidade, as ETE's das concessionárias de saneamento podem ser consideradas com grande potencial para implementação do Reuso.

Algumas delas, como Deodoro, Penha e Alegria inclusive já dispõem de sistemas de Reuso, embora se constate que na pratica eles são muito pouco aproveitados.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Mesmo que ainda aborde o tema de forma mais geral, pode ser constatada que houve uma evolução da legislação e da normatização referente ao Reuso, especialmente nos últimos anos. Todavia, essa evolução não se dê de forma homogênea pelos entes federativos e níveis de governança, se concentrando em determinadas esferas como, por exemplo, a municipal (casos de jurisdições como São Paulo e Campinas).

De qualquer forma, a normatização disponível carece de uma maior especificidade, sendo que usualmente ela vem acompanhando outras temáticas que são o seu verdadeiro foco. É o caso da NBR13969, que prioriza o

aspecto de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos ou ainda a NBR 15527, referente ao aproveitamento de águas de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Não foi encontrada em nosso arcabouço legal/normativo menção a potabilização e/ou aproveitamento para usos mais nobres como consumo potável direto e indireto, barreira contra cunha salina, recarga de aquíferos e outros usos que demandam maiores exigências em termos de qualidade para a água de Reuso, muito embora essas normas/parâmetros e práticas essas já se encontrem bem disseminadas em diversos outros países, com resultados positivos já comprovados.

Também pode ser constatado que inexistem políticas públicas e/ou incentivos para Reuso de efluente tratado, sendo que as poucas iniciativas identificadas são basicamente fruto de negociação direta entre quem gera e quem demanda água de Reuso. É por exemplo o caso da CEDAE (ETE's Alegria e Penha), COMLURB (lavagem de feiras e vias públicas) e a Concessionária Porto Novo (obras e lavagem de vias) (Figura 3).

No caso da RMRJ, como uma grande potencialidade pode ser identificada a existência de uma grande quantidade de efluente tratado a nível secundário, em pontos estratégicos (ETE's) da região metropolitana, possuindo boas características para reaproveitamento (tais como baixas concentrações de sólidos e DBO, cor e turbidez reduzidas, entre outras). Em determinados casos, como na ETE Alegria, há ainda a disponibilidade de mais uma etapa de polimento/desinfecção do efluente tratado, mas que no momento não se encontra em operação. Não havendo viabilização na comercialização da água de Reuso por parte da CEDAE, todo efluente tratado está sendo lançado no corpo receptor (Figura 4).



Figura 3: Lavagem de via no Centro do RJ com água de reuso. Figura 4: Descarte de todo o efluente do tratamento secundário da ETE Alegria para o corpo receptor.

Dessa forma, verifica-se que na prática, o estágio de reuso na RMRJ pode ser considerado como incipiente, se comparado à vazão disponível, mesmo que haja considerável demanda por esse insumo por parte de empresas públicas e privadas, como citado pelas fontes ouvidas.

Na área de concessão da AP5, onde o sistema é operado pela FOZ, ele é estimado pelo presente estudo como sendo da ordem de 1,5%, sendo que mesmo esse valor mínimo é superestimado, tendo em vista que não foram contabilizadas as vazões afluentes a outras 14 ETE's de menor porte, onde não há sistema de Reuso.

Com base nas estimativas considerando outro cenário, no qual se inclui as principais ETE's da CEDAE na RMRJ, o reuso é ainda menos representativo: menos de 1% do total das vazões das ETE's avaliadas.

Essa situação/cenário ora constatado se contrapõe não somente a tendência que se verifica em outros países, mas também a do próprio universo corporativo no Brasil, onde há um vetor crescente no emprego de água de reuso.

Deve ser citado especialmente o caso de indústrias onde o grande consumo de água no processo produtivo - aliado as crescentes tarifas de água potável - exige iniciativas que proporcionem maior racionalização/sustentabilidade no uso da água.

Um exemplo é o que já ocorre em boa parte da rede de grandes shopping centers nas cidades brasileiras, onde a água de sanitários, lavagem de piso, rega de áreas verdes e jardins e para outros usos afins é proveniente de sistemas próprios de tratamento visando Reuso (Figura 5).

No caso da Concessionária FOZ AGUAS 5, a própria empresa emprega a água de reuso do projeto piloto da ETE Deodoro (Figura 6) na umectação de ruas em obras, desobstrução de redes e lavagem de equipamentos da Concessionária. Identificou-se que há outras demandas por água de Reuso de empreendimentos situados no entorno dessa ETE, como para irrigação dos campos de instrução do Exército, mas por questões burocráticas e logísticas essa potencial fonte de receita ainda não é aproveitada.



Figura 5: Sistema de tratamento de água de Reuso em shopping em SP. Figura 6 :Carregamento de carro pipa com água de Reuso do sistema piloto da ETE Deodoro (FOZ AGUAS 5)

Na ETE Búzios, operada pela Concessionária PROLAGOS, há um sistema de Reuso que atende de forma restrita as demandas do campo de golfe vizinho. Para aumentar a oferta, no entanto, há questões contratuais da concessão que precisam ser revistas de forma a permitir o aproveitamento econômico dessa fonte de recursos.

Uma demanda específica redundou em uma experiência de sucesso através de uma iniciativa de parceria público privada (PPP) no caso do empreendimento Aquapolo em São Paulo, uma parceria entre a BRK Ambiental e a SABESP. Ambas empresas firmaram um modelo de PPP no qual foram realizadas melhorias no sistema de tratamento existente da SABESP, custeados pela BRK Ambiental. O sistema é o maior provedor de água industrial da América do Sul, e produz cerca de 0,65m³/s, abastecendo o Polo Petroquímico da Região do ABC Paulista, onde é utilizada principalmente para limpar torres de resfriamento e caldeiras.

CONCLUSÕES

A partir do levantamento de informações realizado pelo estudo, do cruzamento dos dados de qualidade do efluente tratado e das demandas efetivas e potenciais, da análise da legislação e/ou da prática de utilização de água de reuso no país e no exterior, foi possível realizar uma avaliação inicial da situação atual do Reuso na RMRJ, especialmente com foco em efluentes de estações de tratamento de esgoto sanitário. Foi possível inclusive identificar as potencialidades e especialmente alguns dos principais gargalos referentes a essa alternativa.

Dentre os principais impedimentos previamente identificados para a expansão da prática de utilização de água de Reuso na RMRJ podem ser citados: (1) Carência de informações gerais e específicas sobre o tema em questão; (2) Carência de legislação específica; (3) Ausência de políticas públicas, instrumentos e benefícios que incentivem sua implementação em nossa realidade; (4) obstáculos de ordem física, tais como a grande distância usualmente existente entre os grandes produtores como as ETE's de maior porte e os potenciais consumidores desse insumo, como polos, distritos e parques industriais.

Como não há um sistema de interligação por tubulação entre as fontes e as demandas, o escoamento de água de Reuso é feito basicamente por intermédio de modal rodoviário, ou seja, utilizando-se caminhões pipa ou tanque. Os altos custos inerentes a esse transporte, majorados pelos problemas de trânsito das grandes cidades,

contribuem para diminuição do interesse na implementação do Reuso por parte das empresas. Isso pode ocorrer até mesmo pela carência de uma logística básica necessária: em ETE's como a da Alegria que gera grande quantidade de água própria para Reuso não se dispõe de um sistema que viabilize o carregamento/abastecimento de vários caminhões simultaneamente, o que reduz drasticamente sua capacidade/disponibilidade em atender uma maior demanda.

Apesar de ser utilizado no exterior como uma importante ferramenta de gerenciamento de recursos hídricos e de melhoria da qualidade ambiental, verifica-se que especialmente na realidade dos sistemas públicos o tema Reuso ainda é muito pouco conhecido, difundido e acessível para maior parte da população e possíveis usuários. Portanto, há uma premente necessidade de maior aprofundamento no tema, já que esse conhecimento é fundamental para um maior avanço e implementação dessa prática.

Nesse sentido, o grupo de pesquisa envolvido nesse trabalho pretende dar continuidade ao mapeamento/caracterização no que se refere à geração e as demandas por água de Reuso. Dados referentes aos sistemas de tratamento de efluentes não domésticos (industriais) – e respectivas potencialidades de Reuso – estão sendo coletados/levantados com auxílio de entidades como a FIRJAN e o INEA. Esse mapeamento possibilitará o estabelecimento de rotas de reuso potencialmente aplicáveis na RMRJ, dando maiores subsídios ao planejamento de ações para implementação do Reuso.

No desenvolvimento do presente projeto de pesquisa está prevista ainda a realização de um estudo de caso, tendo como objeto a implementação do projeto piloto de reuso existente na ETE Deodoro, avaliando-se a viabilidade técnica e econômica de sua ampliação para atendimento de demandas identificadas no seu entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 st ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). NBR 15527: Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos, 2007.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 1997.
4. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução N°. 54, de 28 de Novembro de 2005 – Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. 2005.
5. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução no 121, de 16 de dezembro de 2010. Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH no 54, de 28 de novembro de 2005.
6. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO. Deliberação CRH n° 156, de 11 de dezembro de 2013 - Estabelece diretrizes para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins urbanos e dá outras providências, no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH.
7. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CONERH) RESOLUÇÃO n°. 75, de 29 de julho de 2010 - Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal.
8. FETRANSPOR, sem data – Reuso de Aguas em Garagens de Ônibus. Serie Meio Ambiente, n° 3
9. FIRJAN – CADASTRO INDUSTRIAL DO RIO DE JANEIRO 2016
10. Hilsdorf, A.S; Neto, M. Reuso de água: Comparação de várias tecnologias através de estudo de caso, Saneamento Ambiental- n° 180-2015. Disponível em <<http://www.flip3d.com.br/web/pub/signus/index2/index.jsp?ipg=183684#page/13>>. Acesso em: 14 Novembro, 15:00
11. JORDÃO E.P. e SANTOS, A. S., Curso ABES - RS sobre Reuso de Águas Servidas. Aula 02 – Normas e Padrões para Reuso de Águas Servidas.
12. Lermontov, A., 2016. A Composição dos Custos da Dessalinização Sob a Ótica dos Concessionários de Serviço de Saneamento. Cidades Saneadas: Uma Realidade ao Alcance do Brasil. 6º Encontro Nacional das Aguas. São Paulo.

13. RESOLUÇÃO CONJUNTA SVDS/SMS Nº 09/2014 - Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reuso direto não potável de água, proveniente de estações de tratamento de esgoto de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no Município de Campinas.
14. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2012 Guidelines for Water Reuse, 2012.