

IV-1316 – UMA PROPOSTA INOVADORA PARA RECUPERAÇÃO DE CÓRREGO: UNIDADE RECUPERADORA JAGUARÉ

Arisnandes Antonio da Silva⁽¹⁾

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública (FSP/USP). MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). MBA em PPPs e Concessões e em Saneamento Ambiental (cursando) pela Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo (FESPSP). Analista de Sistemas de Saneamento da SABESP.

Andrea Ferreira⁽²⁾

Administradora de Empresa pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Pós-graduação em Gestão de Projetos pela Fundação Vanzolini. MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Instituto de Administração (FIA/USP). MBA em PPPs e Concessões pela Escola de Sociologia e Política de São Paulo (FESPSP). Gerente de Departamento de planejamento Integrado da SABESP.

Marco Antonio Lopez Barros⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Pós-graduação em Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública (FSP/USP). Superintendente de Engenharia e Empreendimentos na SABESP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: (11) 3388-8608 - e-mail: ariasilva@sabesp.com.br

Endereço⁽²⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: (11) 3388-8320 - e-mail: andferreira@sabesp.com.br

Endereço⁽³⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: (11) 3388-8225 - e-mail: mbarros@sabesp.com.br

RESUMO

Problemas complexos demandam soluções complexas. A despoluição do rio Pinheiros contou com ações estruturantes para garantir a execução do maior número possível de conexões domiciliares de esgoto, retirando do rio uma quantidade expressiva de carga orgânica com origem no esgoto doméstico, encaminhando para tratamento mais de 2 mil litros de esgoto por segundo. Entretanto, não seria suficiente para garantir uma qualidade mínima que garantisse padrões de classe 4 para o rio. Dessa forma surgiu a ideia de implantar Unidades Recuperadoras (URs) às margens dos principais córregos, com o objetivo de retirar do curso d'água o esgoto que não pode ser coletado e encaminhado para tratamento. Ao todo, 5 URs foram implantadas, entre elas a UR Jaguaré, planta inovadora com processos de recuperação exclusivamente físico-químico, baseado em equipamentos para remoção de material floculado, os filtros-disco e oxigenação da água por meio de gerador de nano-bolhas, com a dupla função de degradar a matéria orgânica que tenha passado pelo filtros disco e, em decorrência, garanta um residual de oxigênio dissolvido na água, com valor superior a 2 mg/L. Os resultados preliminares indicam que a UR Jaguaré pode entregar de volta ao córrego um efluente supersaturado de oxigênio de forma a permitir a degradação de eventual matéria orgânica presente no curso d'água e que não tenha sido recuperada pela UR. Em outras palavras, poderia permitir o tratamento no restante do curso do córrego até seu deságue na calha do rio Pinheiros. As URs são relevantes, também, pela possibilidade que abrem na recuperação ambiental de potenciais mananciais para abastecimento humana, podendo aumentar a segurança hídrica de regiões densamente urbanizadas, cujos cursos d'água estejam degradados. Por fim, as URs são investimentos em ESG e representam uma ação concreta na união de esforços entre o saneamento básico e a gestão de recursos hídricos, muito aderente a espírito do novo marco legal do saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Unidades Recuperadoras, Recuperação de córrego, ESG, Filtro disco, Ozônio.

INTRODUÇÃO

A implantação da Unidade Recuperadora (UR) Jaguaré, assim como as demais URs, se insere em um contexto de convergência entre as ações de gestão de recursos hídricos e as ações típicas de saneamento básico, no que podemos classificar como uma ação de saneamento ambiental ou de ESG (Environmental, Social and Governance).

Diferentemente das instalações padrão utilizadas para tratamento de água ou para tratamento de esgotos, a UR presta um serviço ambiental, recuperando a qualidade da água do córrego, que é devolvida ao seu leito em melhores condições, promovendo melhoria ambiental e de saúde pública, além de possibilitar a reinserção do corpo d'água no ambiente urbano como espaço de convívio e não mais como local degradado a ser evitado pela população.

Pensada como uma ação complementar às ações prioritárias do Programa Novo Rio Pinheiros (PNRP), a implantação das URs tem como objetivo retirar dos principais córregos que compõem a bacia do Rio Pinheiros a parte da carga poluidora com origem nos lançamentos de esgoto doméstico *in natura*, que não puderam ser coletados em razão de impossibilidade de implantação da infraestrutura de esgotamento sanitário.

Essa situação é decorrente da forma como ocorreu, e ainda ocorre, a ocupação das margens desses córregos, cuja principal característica é a prevalência de população de baixa renda, alta vulnerabilidade, em habitações precárias lindeiras aos corpos hídricos, por vezes construídas sobre o próprio curso d'água, em situação que impossibilita a implantação de infraestrutura e consequente coleta dos esgotos ali gerados.

Há razões históricas para esse tipo de ocupação de território, desde as fundacionais, como a aplicação da “urbanismo de colina”, onde a ocupação dos topos de morros e das planícies logo abaixo, criavam a “cidade alta” e a “cidade baixa”, organização típica portuguesa, e que deixava as encostas livres para uma eventual ocupação futura, decorrentes do próprio crescimento da cidade (COSTA LOBO e SIMÕES JUNIOR, 2012), assim como as mais recentes, entre elas a especulação imobiliária que foi expulsando população mais pobre das áreas centrais, antes alojadas em cortiços, criando anéis periféricos cada vez mais distantes do centro, gerando ainda a ocupação das encostas e fundos-de-vale (SANTOS, 2012).

No caso da bacia do Rio Pinheiros há outros motivos, além destes, pois teve uma dinâmica *sui generis*, onde a criação artificial de extensas porções de terras “novas”, oriundas da retificação da calha do Rio Pinheiros, associada a projetos de ocupação urbana voltadas, primeiramente, para as classes abastadas da sociedade paulistana – os famosos bairros jardim, e implantações posteriores voltadas às classes média e trabalhadora, principalmente nas regiões chamadas de “além-pinheiros”, entre elas o Butantã (SANTOS, 2012), permitiram a criação de novos eixos de desenvolvimento econômico, levando as fronteiras da periferia para locais ainda mais distantes.

Pouco tempo depois inicia-se o processo de “favelização” da cidade de São Paulo, ainda nos anos 1940, com a ocupação de várzeas, fundos-de-vale, em moradias subnormais autoconstruídas, numa espiral crescente que sofreria novo grande impulso nos anos 1970 (FARIA E SILVA, 2020). É nesse período, por exemplo, que surge a favela de Paraisópolis, uma das maiores favelas de São Paulo, cujo território encontra-se integralmente na bacia do rio Pinheiros.

Segundo VALENTIM (2013), a emergência do capitalismo impôs importantes transformações na qualidade do espaço urbano, tendo os impactos ambientais como decorrência da conformação da paisagem às lógicas sociais. A ocupação desordenada das margens dos afluentes do rio Pinheiros, como resultado da especulação imobiliária é um grande exemplo disso.

Se já é difícil a expansão da infraestrutura de saneamento para as áreas periféricas, na velocidade em que elas crescem, mais complexo ainda é implanta-las em habitações subnormais, construídas em áreas de risco, onde muitas vezes a própria estabilidade do terreno não é garantida.

O PNRP foi um grande sucesso, contabilizando mais de 650 mil ligações de esgotos domiciliares, muitas delas não convencionais, beneficiando uma população de 2 milhões de habitantes na bacia do rio Pinheiros, promovendo o encaminhamento de mais de 2 mil litros por segundo de esgoto para tratamento (SABESP,

2023). Além das conexões domiciliares de esgoto, a implantação de 5 Unidades Recuperadoras foi parte importante do programa, entre elas a UR Jaguaré.

Com capacidade para recuperar 300 L/s, a UR Jaguaré foi implantada de meados de 2021 até meados de 2022, quando entrou em operação assistida, captando as águas do córrego Jaguaré, a aproximadamente 1.800 m de sua foz no rio Pinheiros, e foi concebida para realizar tratamento exclusivamente físico-químico, com floculação, retirada do material floculado por filtro-disco e aplicação opcional de ar atmosférico, oxigênio concentrado ou ozônio, a depender da qualidade da água que entra no processo, de forma que a água devolvida ao córrego apresente no máximo (parâmetros contratuais): 30 mg/L de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) , 30 mg/L de SST (Sólidos em Suspensão Totais) e no mínimo 2 mg/L de OD (Oxigênio Dissolvido).

Importante entender que podemos considerar a UR, em si, como uma inovação, uma vez que as ações de saneamento ambiental cujo objeto é o próprio corpo hídrico são raras. É mais comum que os córregos sejam beneficiários colaterais de ações realizadas sobre assentamentos humanos, com as urbanizações de favelas. Para a UR Jaguaré, também os processos e equipamentos escolhidos em sua rota tecnológica são inovadores, como poderá ser verificado ao longo deste trabalho.

Enquanto caminhamos à passos largos para o desconhecido, com efeitos decorrentes das mudanças climáticas ainda incertos ou incompreendidos, a possibilidade de recuperar mananciais de abastecimento, pode ser uma saída para o enfrentamento de situações de escassez, com o aumento da segurança hídrica, principalmente em ambientes urbanos, densamente povoados, de forma sustentável.

Dessa forma as Unidades Recuperadoras podem cumprir um importante papel na busca por aumentar a segurança hídrica de grandes centros urbanos ou, minimamente promover a recuperação ambiental dos corpos hídricos, tão vilipendiados ao longo da história e do desenvolvimento das sociedades humanas.

OBJETIVOS

Toda inovação produz aprendizados que devem ser compartilhados, permitindo que os acertos sejam replicados e que os erros não sejam repetidos, aumentando a chance de sucesso de novos empreendimentos, ou ainda trazendo luz para as condições de contorno, limites e restrições para o modelo adotado.

Esse é o grande objetivo desse trabalho, ou seja, mostrar os resultados obtidos nos primeiros 5 meses de operação da UR Jaguaré, os desafios enfrentados, os caminhos percorridos e as principais lições aprendidas identificadas até aqui, além das expectativas de resultados futuros.

A abordagem desses aprendizados versus expectativas de resultados e desenvolvimentos futuros, se dará em 3 frentes, a saber: dimensionamento da UR; rota tecnológica; e impactos ambientais da operação.

A UR foi dimensionada com base em modelagem matemática, em 2019, com condições de contorno e premissas do Programa Novo Rio Pinheiros (NRP), cujo cenário mais otimista considerava a execução de 90% das intervenções previstas. A verificação da aderência desse dimensionamento à realidade da operação junto ao córrego torna-se de suma importância como subsídio a futuras modelagens. Das diversas variáveis geradas pelo modelo matemático, a capacidade de tratamento baseada na vazão de tempo seco estimada e a DBO prevista para o córrego, são as variáveis mais relevantes por permitir, ou não, que os impactos na qualidade do corpo d'água sejam relevantes.

A rota tecnológica apresentada pela contratada, com tratamento exclusivamente físico-químico, agregando inovações em equipamentos e processos também traz um risco associado à tecnologia inovadora, junto a uma grande oportunidade de aprendizado que pode apontar caminhos para o futuro do tratamento de córregos/rios. A UR Jaguaré é composta por: captação de água bruta; elevatória de água bruta; tratamento preliminar (caixa de areia, peneiras rotativas e separador de óleos e graxas); floculador; filtros-disco; misturador de gases e líquidos (gerador de nano-bolhas); tanque de contato; emissário para devolução da água ao córrego; sistema compacto de tratamento de lodo.

Cabe destaque ao misturador de gases e líquidos, que permite a adição de qualquer gás ao líquido desejado, por meio de um gerador de nano-bolhas. Na UR Jaguaré o sistema foi pensado para permitir três alternativas à mistura: a) ar atmosférico; b) oxigênio concentrado; e c) ozônio.

Um sistema denominado PSA capta o ar atmosférico que poderá seguir caminhos alternativos, dependendo da escolha da operação em relação à mistura que será realizada no misturador de gases e líquidos. Assim, o ar atmosférico poderá seguir diretamente ao gerador de nano-bolhas, poderá ser transformado em oxigênio concentrado (retirada de vapor d'água, nitrogênio, gás carbônico e outros), em uma mistura com concentração de até 93% de O₂, ou poderá ser encaminhado para o gerador de ozônio. Todo o oxigênio concentrado e o ozônio são produzidos na própria planta, sem a necessidade de compra de insumos.

O gerador de ozônio pode realizar a transformação tendo como matéria prima o oxigênio concentrado ou o ar atmosférico. A transformação se dá por efeito corona, ocasionado por uma descarga de 15.000 volts.

A implantação das URs deve permitir a produção de impacto positivo na qualidade das águas dos córregos que tratam, possibilitando, no caso da UR Jaguaré, no mínimo o atendimento aos padrões de classe 4, sua classe de enquadramento. A mensuração desse impacto, entretanto, é o ponto complicado, uma vez que não ocorre o tratamento da vazão integral do córrego, com o efluente gerado pela UR sendo misturado à sua vazão excedente no final do processo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Análise de dados primários quanto ao parâmetro OD, em relação às opções de adição à água recuperada por meio do gerador de nano-bolhas instalado na planta. Relembrando que são três as alternativas de mistura: ar atmosférico, oxigênio concentrado e ozônio.

Também serão considerados relatos dos operadores e observações registradas em diários de operação e procedimentos empíricos, criados em consequência da aprendizagem constante que é a operação de

Análise de dados primários relativos à qualidade das águas do córrego Jaguaré, com análise de amostras semanais de 12/04/22 a 21/03/2023 (52 amostras) e dos resultados obtidos com a operação da UR Jaguaré, análise descritiva dos resultados e resumo das conclusões e considerações.

RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

A UR foi dimensionada para recuperar 300 L/s de água do córrego, uma vez que essa seria a vazão de tempo seco, com 60% de permanência. Em outras palavras, essa é a vazão mínima que deve ser encontrada no córrego, no período de estiagem, em 60% do tempo.

Considerando o dimensionamento da UR em relação à vazão verificada no córrego no período abril/22 a março/23, a vazão média do córrego foi de 1.031 L/s. Se considerarmos o período chuvoso a partir de 01/10/22 e, dentro da série histórica disponível, até 21/03/2023, a vazão média foi de 1.052 L/s. No período de estiagem (abril a setembro), encontraremos vazão média de 1008 L/s. Em ambos os casos, superior a 3 vezes a capacidade da UR (300 L/s).

Na Tabela 1, a seguir, são apresentadas as medições semanais de 12/04/2022 a 21/03/2023, com os dados de vazão (Q) e DBO do córrego Jaguaré. O ponto de coleta fica aproximadamente 400 m à jusante do ponto de lançamento do efluente da UR.

Tabela 1: Medições semanais de vazão e DBO do córrego Jaguaré à jusante do lançamento da UR

Vazão x DBO Jaguaré			
Semana	Data	Q (L/s)	DBO (mg/L)
1	12/04/2022	1305,55	38
2	19/04/2022	1332,97	26
3	26/04/2022	1123,25	46
4	03/05/2022	920,24	26
5	10/05/2022	997,40	28
6	17/05/2022	967,09	33

7	24/05/2022	1068,30	24
8	31/05/2022	15,04	37
9	07/06/2022	818,99	39
10	14/06/2022	709,30	22
11	21/06/2022	1033,71	45
12	28/06/2022	1088,24	19
13	05/07/2022	1365,73	28
14	12/07/2022	1613,67	39
15	19/07/2022	1283,65	59
16	26/07/2022	902,71	60
17	02/08/2022	1007,33	33
18	09/08/2022	1052,19	47
19	16/08/2022	688,57	20
20	23/08/2022	856,91	41
21	30/08/2022	926,70	39
22	06/09/2022	682,43	59
23	13/09/2022	760,00	36
24	20/09/2022	1871,28	130
25	27/09/2022	817,14	31
26	04/10/2022	926,19	21
27	11/10/2022	826,52	21
28	13/10/2022	813,33	41
29	18/10/2022	594,71	37
30	20/10/2022	813,33	30
31	25/10/2022	670,72	28
32	04/11/2022	663,57	14
33	08/11/2022	646,23	23
34	15/11/2022	527,63	32
35	22/11/2022	926,72	20
36	29/11/2022	847,45	16
37	06/12/2022	3367,22	13
38	13/12/2022	6480,16	12
39	20/12/2022	656,32	12
40	27/12/2022	940,26	3
41	03/01/2023	752,90	18
42	10/01/2023	535,27	8
43	17/01/2023	518,92	3
44	24/01/2023	741,08	10
45	31/01/2023	817,64	15
46	07/02/2023	802,30	10
47	14/02/2023	1194,98	17
48	21/02/2023	583,67	20
49	03/03/2023	648,83	2
50	07/03/2023	623,11	3
51	14/03/2023	623,06	20
52	21/03/2023	860,23	18

Sob o ponto de vista da DBO, a previsão era de que o córrego apresentasse valores entre 75 e 121 mg/L. A média total verificada foi de pouco mais de 32 mg/L, com DBO média de 40 mg/L na estiagem, com 28% de conformidade (valores iguais ou menores que 30 mg/L) e 17 mg/L no período chuvoso, com 89% de conformidade.

Os três primeiros meses de operação assistida foram para ajustes de processo, sem avaliação de resultados. Passado este primeiro período, a série histórica de dados operacionais da UR vai de outubro/22 até fevereiro/23, tendo como resultados médios de conformidade (atendimento aos parâmetros contratuais): 92% para DBO, 51% para SST e 90% para OD. Quanto à eficiência na remoção de carga orgânica, contratualmente a UR precisa alcançar 50% de eficiência, no mínimo. Para este período a eficiência medida alcançou 71%.

O OD no efluente depende da alternativa escolhida para adição no misturador de gases e líquidos, que por sua vez depende da qualidade da água afluenta à Unidade. Em testes realizados na planta, obteve-se os resultados apresentados na Figura 1, a seguir.

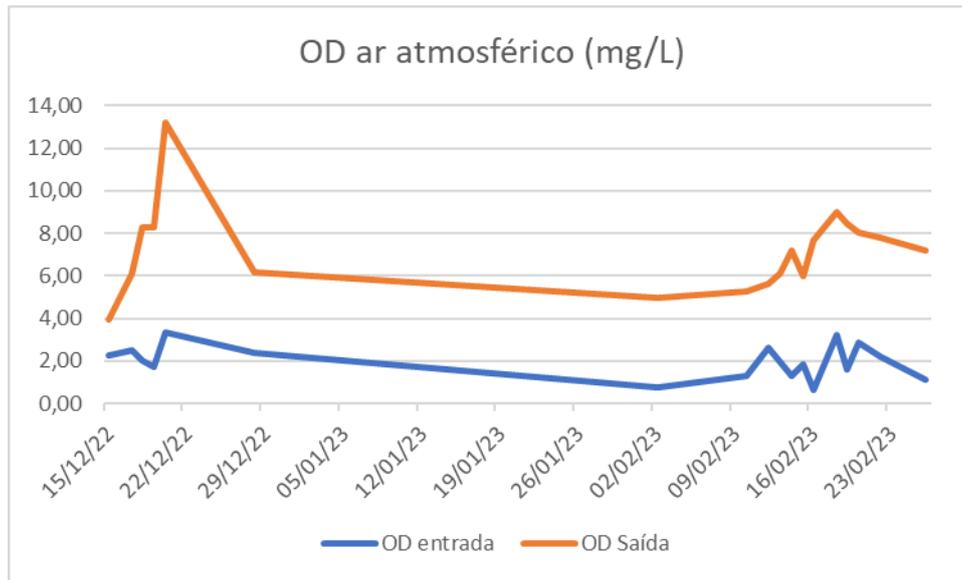


Figura 1 – OD afluyente e efluente da UR, com adição de ar atmosférico

Os valores de OD no efluente variaram entre 4 e 9 mg/L, com um pico de pouco mais de 13 mg/L, em grande medida acompanhando o comportamento da linha do OD afluyente, com valor médio de adição de 5,2 mg/L.

No caso da mistura com oxigênio concentrado (93%) os valores encontrados estão apresentados na Figura 2, a seguir.

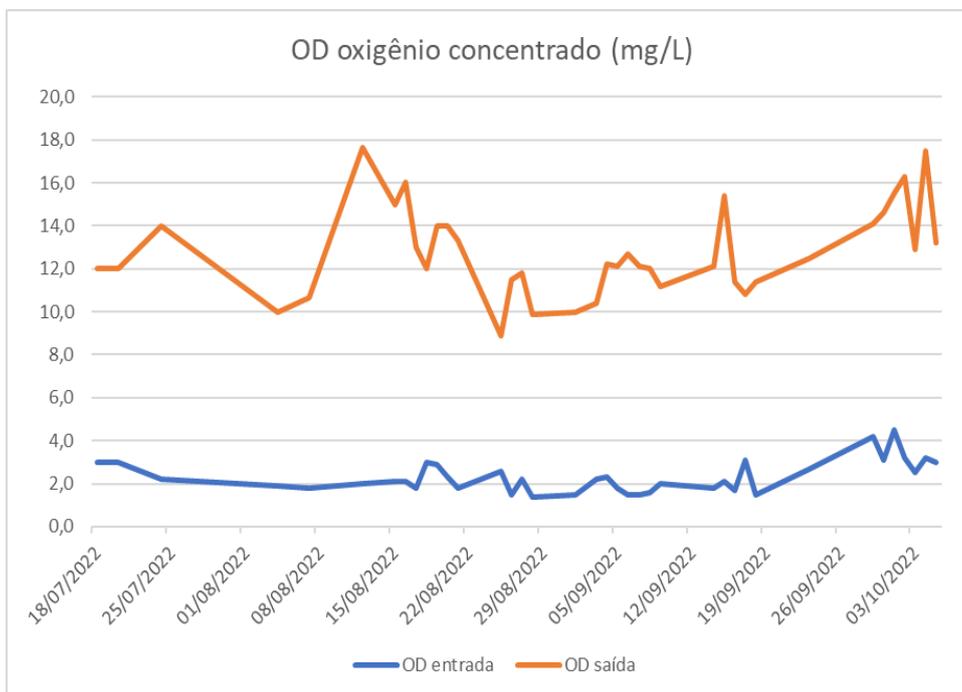


Figura 2 – OD afluyente e efluente da UR, com adição de oxigênio concentrado (93%)

Os valores de OD no efluente variaram entre 9 e 16 mg/L, com picos próximos a 18 mg/L, com comportamento mais errático em relação ao OD afluyente, com valor médio de adição de 10,5 mg/L.

Para a terceira alternativa, o ozônio, duas possibilidades se apresentavam: a produção de ozônio a partir do oxigênio concentrado ou a produção de ozônio a partir do ar atmosférico. A segunda opção foi escolhida a princípio, com os resultados demonstrados na Figura 3.

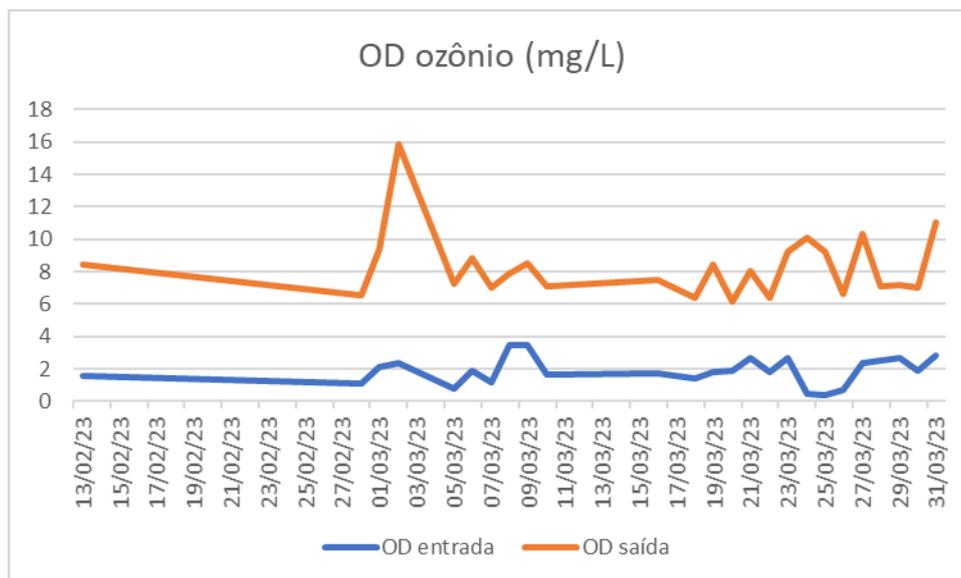


Figura 3 – OD afluyente e efluente da UR, com adição de ozônio

Os valores de OD de saída variaram entre 6 e 10 mg/L com um pico de 16 mg/L, com valor médio de adição de 6,4 mg/L.

A opção de utilização de ozônio gerado a partir do oxigênio concentrado não utilizada devido a problemas com o PSA, que necessitou de troca de um filtro de zeólitas, não ficando pronto a tempo para ter seus resultados apresentados neste trabalho.

Outro aspecto relevante é o possível impacto do efluente da UR para a qualidade geral da água do córrego, lembrando que neste caso, o efluente lançado deve promover a melhoria na qualidade da água do córrego e não simplesmente estar de acordo com sua capacidade de diluição como em uma ETE tradicional.

A Tabela 1 apresenta os dados de DBO a jusante do lançamento da UR. Os valores de DBO são menores no período chuvoso, mesmo as vazões sendo muito próximas. Não há medições disponíveis de DBO para o córrego à montante da captação da UR.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O NRP obteve, ao final de 2022, resultados muito superiores, chegando a mais de 120% de execução, cenário não previsto inicialmente. Somente na bacia do Jaguaré, a estimativa é que algo próximo a 289 L/s de esgoto foram retirados do córrego por intermédio das conexões domiciliares de esgoto (65 mil ao todo). Trata-se de valor expressivo, que corresponde a cerca de 25% da vazão medida para o córrego, de acordo com a Tabela 1. A melhoria na DBO do córrego pode ser resultante dessa redução no lançamento de esgotos *in natura* no córrego, mas a atuação da UR também pode ter influenciado na melhoria dos resultados, sendo, contudo, prematuro afirmar isso. A continuidade da operação e o acompanhamento dos resultados por mais tempo poderá resolver esta questão.

Também a vazão do córrego tem se mostrado superior à vazão de tempo seco prevista pelo modelo. Não é possível afirmar se se trata de um ano atípico ou se a série histórica com dados semanais é pouco representativa e não estaria demonstrando de forma adequada sua vazão média. A vazão média no mês de agosto/22, pico da estiagem, foi de 906 L/s.

A performance da UR ainda não alcançou plenamente os valores mínimos de conformidade para DBO e SST, alcançando, entretanto, os valores mínimos de conformidade para OD, 90%. Em termos de eficiência na remoção de DBO, a UR chegou a 71%. Vários foram os motivos para os parâmetros não atendidos, tais como

problemas de instrumentação (confiabilidade dos equipamentos de medição), dificuldade nos ajustes das etapas entre os processos unitários, principalmente entre o tratamento preliminar e os filtro-disco, e por necessidade de interrupção do funcionamento devido a assoreamento do canal de captação em eventos de chuva. Nestes eventos, o arraste de sedimentos (principalmente areia e pedriscos) tem se mostrado relevantes, passando pela grade de captação (abertura de 20 mm), enchendo o canal e chegando ao poço da elevatória.

Também foi um fator dificultador a impossibilidade de trabalhar com plena vazão (300 L/s) durante longos períodos pela demora na execução da ligação definitiva de energia elétrica, o que forçou a planta a trabalhar com gerador a diesel e vazão limitada a 50%.

Na opção da rota tecnológica foram introduzidas duas grandes inovações: remoção do material floculado por filtros-disco, em vez de decantador ou flotador; e os misturadores de gases e líquidos, com gerador de nanbo-bolhas. Nos primeiros meses de operação os filtros-disco performaram abaixo do previsto, demonstrando uma sensibilidade muito grande em relação à qualidade do afluente, apresentando colmatação dos cassetes de filtração com frequência maior que esperado, ocasionando transbordamento do líquido floculado, com impactos para os resultados da UR. Após alguns ajustes na planta os equipamentos passaram a performar adequadamente, alcançando capacidades de operação de até 170 L/s cada.

Todo o lodo gerado na UR Jaguaré é produzido na retrolavagem dos filtros-disco e são tratados na própria planta, por meio de um sistema compacto de adensamento e desidratação, com produção diária, neste período de 1,5 toneladas de lodo/dia, a 23% de teor de sólidos.

Com o aprendizado gerado nesta primeira etapa de operação, os resultados vão gradualmente melhorando e há grande expectativa para a confirmação dos resultados esperados para a adição de oxigênio dissolvido no efluente da UR, confirmando a eficácia do gerador de nano-bolhas, coração do misturador de gases e líquidos, que permite a ocorrência de percentuais de OD para além dos valores de saturação, possibilitando um resultado melhor na mistura do efluente com a água excedente do córrego.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Durante o período de operação da UR Jaguaré abrangido neste artigo, alguns contratemplos impediram uma melhor performance, principalmente a falta de dados mais precisos sobre a caracterização do córrego, não só em termos de dinâmica sazonal, mas quanto à característica dos sedimentos transportados em eventos de chuva. É mandatório que se faça uma caracterização do corpo hídrico de interesse, de forma a entender de maneira adequada sua dinâmica, sua composição, principalmente quanto à presença de sedimentos e sua variação ao longo do ano.

Por outro lado, os valores previstos em modelagem, tanto para a vazão quanto para a carga orgânica são bem diferentes daqueles medidos de fato. Para a carga orgânica, menor que a prevista, a explicação deve residir no fato de que o avanço das intervenções principais do PNR foram muito efetivas no sentido de coletar e afastar o esgoto doméstico gerado na bacia, encaminhando-o para tratamento, no caso do Jaguaré com realização de mais de 65 mil ligações de esgoto realizadas entre fevereiro/21 e maio/22. Por outro lado, a vazão maior que esperado pode estar promovendo uma diluição dessa carga gerando os resultados atuais.

Isso demonstra a importância de melhoria nos dados de entrada da modelagem matemática que será tão boa quanto a qualidade desses dados permitir. A rota tecnológica escolhida deve se beneficiar muito com esses dados, principalmente no que se refere ao projeto de captação da água, a possível adoção de uma caixa de areia na entrada pode ser um diferencial importante. A própria necessidade de se manter a operação da UR durante período de chuva precisa ser melhor avaliada.

Independente disso, a promoção de melhoria na qualidade da água do córrego é importante para o meio ambiente local e para o próprio Rio Pinheiros, uma vez que a foz do Jaguaré desagua no canal inferior do Pinheiros, reconhecidamente o trecho mais crítico do rio em termos de qualidade.

Nesse sentido a utilização de ozônio, com possibilidade de gerar um efluente com supersaturação de OD, tem potencial para promover essa melhoria de forma mais rápida, caso a performance prevista se confirme.

A adoção de uma rota tecnológica como a escolhida permite uma grande otimização da área de implantação, com a utilização de equipamentos compactos, bastante alinhados ao conceito de temporariedade e portabilidade das estruturas das URs.

De forma geral os resultados da UR Jaguaré, bem como das demais URs, podem apontar caminhos para o enfrentamento de situações de escassez hídrica, gestão de recursos hídricos e outros desafios impostos pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017. São Paulo, 2018. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: dez. 2022.
2. CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2018. São Paulo, 2019. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: dez. 2022.
3. CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2019. São Paulo, 2020. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: dez. 2022.
4. CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2020. São Paulo, 2021. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: dez. 2022.
5. CETESB (São Paulo). Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2021. São Paulo, 2022. (Série Relatórios). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: dez. 2022.
6. COSTA LOBO, M. L.; SIMÕES JUNIOR, J. G. (Orgs.). Urbanismo de Colina: Uma tradição luso-brasileira. Editora Mackenzie, São Paulo, SP. 2012.
7. FARIA E SILVA, L. O. P. L. Fendas numa cidade dividida: Habitação popular na cidade de São Paulo. Revista Cidades, comunidades e território, n. 40, p. 219 -235, jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/cct/article/view/19039> . Acesso em: 31/03/2023.
8. GESP. Programa Novo Rio Pinheiros. Site, disponível em: <https://novoriopinheiros.sp.gov.br/#momento>. Acesso em dez. 2022.
9. PORTO, R. L. (Org.). Fundamentos para a Gestão da Água. São Paulo: SMA SP, 2012.
10. SABESP. Relatório de Sustentabilidade 2022. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=93>. Acessado em 03/04/2023.
11. SANTOS, F. A. Domando as águas: salubridade e ocupação de espaços na cidade de São Paulo 1875 – 1930. Alameda Editorial, São Paulo, SP. 2012
12. SOMAR METEOROLOGIA. Série histórica de pluviometria da cidade de São Paulo. Site, disponível em: http://somarmeteorologia.com.br/security/defesa_civil/mapas.php?cid=SaoPaulo-SP . Acesso em jan. 2023.
13. VALENTIM, L. S. O. Sobre a produção de bens e males nas cidades: Estrutura urbana e cenários de risco à saúde em áreas contaminadas da metrópole paulista. São Paulo: Annablume, 2013.