

ECOS

Revista Quadrimestral de Saneamento Ambiental • Nº 40 • Ano 24 • Julho 2018

Tecnologia a serviço do saneamento de qualidade

ENTREVISTA

Maurício André Garcia

Novo RTM exigirá mais qualificação técnica aos profissionais da área da medição

GESTÃO

Plano Municipal de Resíduos de Porto Alegre é revisado

Coleta Seletiva 28 Anos

600 trabalhadores beneficiados



Serviço em 100% das ruas que
viabilizam o acesso dos caminhões



**Prefeitura de
Porto Alegre**

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DA SUSTENTABILIDADE
SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

A importância das Novas Tecnologias para o setor do Saneamento

Proporcionar um serviço qualificado e eficaz na área do saneamento no Brasil tornou-se um grande desafio para os gestores públicos. Hoje os serviços de água e esgoto, principalmente nos grandes centros urbanos, são demandados em grande escala pela população, e para agilizar o atendimento aos usuários os prestadores de serviços necessitam investir em novas tecnologias. Dentro deste contexto, cabe aos serviços e empresas de saneamento buscar soluções inovadoras em que a tecnologia seja protagonista neste cenário, e o grande beneficiado seja o cliente.

Nesta edição temos uma entrevista com o engenheiro civil Maurício André Garcia, da Sanasa de Campinas. Ele fala sobre a implantação do Novo Regulamento Técnico Metro-lógico (RTM) e sobre os benefícios e avanços que este regulamento vai trazer ao setor de saneamento do Brasil, permitindo maior qualificação na medição dos consumos de água e possibilitando a utilização de novas tecnologias.

Na seção Gestão vemos que o combate às perdas de água tratada desafia gestores do saneamento. Devido aos elevados percentuais de perdas de água tratada pelas empresas de saneamento do Brasil, essa questão deve figurar entre as prioridades de quem busca eficiência no setor, especialmente em tempos de crise econômica e de preocupação com o meio ambiente.

Outro assunto abordado é qualidade da água que é ofertada aos porto-alegrenses. O grande desafio é fornecer um produto que seja agradável ao paladar dos consumidores quando nossos mananciais sofrem todo o tipo de influência, desde poluentes e produtos químicos até substâncias geradas pelos próprios ambientes naturais. Para avaliar isto, é preciso percepção aguçada de profissionais muito bem preparados.

Na seção Ambiente enfatizamos a revisão do Plano Municipal de Resíduos de Porto Alegre, conforme estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, definida como um dos instrumentos para a própria implementação a existência de planos de resíduos sólidos, indispensáveis inclusive para que os municípios possam acessar os recursos disponibilizados pela União. Para atender essa exigência, Porto Alegre criou, em 2013, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que se destaca por ser concebido essencialmente por técnicos do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), de modo pioneiro dentre as capitais do país.

E, para finalizar, na seção Opinião destacamos o artigo do engenheiro civil e gerente de gestão de consumo do Dmae, Marco Antônio Webster Rocha. Ele fala sobre a aplicação da política do uso de novas tecnologias em empresas de saneamento.

Maria de Lourdes da Cunha Wolff
Editora

ECOS

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS
UNIDADE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

CONSELHO EDITORIAL

Em construção

COORDENAÇÃO DA UNIDADE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Aline Antunes Coelho

EDIÇÃO

Maria de Lourdes da Cunha Wolff (Mtb 6535)

FOTO DA CAPA

Maria de Lourdes da Cunha Wolff

EDIÇÃO GRÁFICA

Endrigo Valadão

REVISÃO

Comunicação Dmae

COLABORADORES

Equipe de Publicidade e Propaganda

IMPRESSÃO

Oficinas Litográficas do Dmae

TIRAGEM

500 exemplares

NOTAS DA REDAÇÃO

Envie sua colaboração para a redação.

comunicação dmae

Unidade de Comunicação Social do Dmae
Rua 24 de Outubro, 200
CEP 90510-1000 - Porto Alegre/RS
Fone: (51) 3289-9724 Fax: (51) 3289-9286

A Revista ECOS, publicação quadrimestral do Dmae, Departamento Municipal de Água e Esgotos, com distribuição gratuita e circulação nacional, está registrada sob o nº 775.831 no Cartório de Registro Especial, Comarca de Porto Alegre/RS - ISSN 0104-5261.

Os artigos e textos publicados são de responsabilidade de seus autores. A reprodução destes, bem como das fotos e ilustrações, é permitida desde que sejam citadas a autoria e a fonte. A redação solicita que seja comunicada a transcrição, referência ou apreciação dos artigos e reportagens publicados na revista.



Prefeitura de
Porto Alegre



Entrevista

6

Novo RTM exigirá mais qualificação técnica aos profissionais da área da medição



Gestão

08

Sensibilidade a serviço da água de qualidade

17

Combate às perdas de água tratada desafia gestores do saneamento



 **Reportagem**

22

Tecnologia a serviço do saneamento de qualidade



 **Ambiente**

32

Plano Municipal de Resíduos de Porto Alegre é revisado



 **Opinião**

35

Política do uso de novas tecnologias em empresas de saneamento



Divulgação

◀ MAURÍCIO ANDRÉ GARCIA é engenheiro civil formado pela Unip e tecnólogo sanitário pela Unicamp. Atua há 23 anos na área de controle de perdas da Sanasa Campinas, sendo coordenador do setor de micromedição e uso racional, com participação em diversos projetos relacionados a redução de perdas aparentes, como padronização de ligações de água, montagem de laboratórios de hidrometria, implantação de metodologias para dimensionamento e manutenção preditiva de medidores de água. É coordenador de diversos grupos de trabalho da ABNT, responsáveis pela elaboração e revisão de normas técnicas relativas a medidores de água.

Por **Maria de Lourdes Wolff**
Jornalista e assessora de imprensa do Dmae

Novo RTM exigirá mais qualificação técnica aos profissionais da área da medição

A implantação do novo Regulamento Técnico Metrológico (RTM) vai trazer grande avanço ao setor de saneamento do Brasil, permitindo maior qualificação na medição dos consumos de água, possibilitando a utilização de novas tecnologias e a regulamentação dos medidores com vazão nominal acima de 15m³/h, que atualmente não são aprovados pelo órgão metrológico.

Outro aspecto relevante neste contexto é o impacto que o setor do saneamento terá no que se refere à qualificação dos profissionais, necessária para atuar na área da medição - fato que exigirá dos técnicos envolvidos atualização técnica e capacitação para a utilização dos novos produtos que estarão no mercado.

ECOS: Quais são as principais ações para o controle e redução da submedição do parque de hidrômetros?

Maurício - A principal ação para a redução da submedição em hidrômetros, que está sendo implantada pela Sanasa Campinas há cerca de 10 anos, é a modernização do parque de medidores de água, sendo adotado como padrão o hidrômetro do tipo volumétrico, classe C, pois este equipamento apresenta grande precisão metrológica, com vida útil estimada para 10 anos e retorno do investimento inferior a 8 meses.

Outras ações importantes para a redução da submedição são: especificações técnicas adequadas; inspeção de recebimento em todos os lotes adquiridos; critérios de instalação e manutenção preditiva e corretiva de hidrômetros. Este conjunto de ações, aliado à utilização de medidores volumétricos, reduz consideravelmente as perdas aparentes provocadas por submedição em hidrômetros.

ECOS: Quais os principais pontos do Novo Regulamento Técnico Metrológico (RTM) que mais podem impactar as empresas de saneamento? Quais os principais avanços?

Maurício - No meu entendimento, o novo RTM de medidores de água trará grandes avanços para o setor de saneamento brasileiro, relacionados a melhoria da qualidade da medição dos consumos de água, com a possibilidade de utilização de novas tecnologias e a regulamentação dos medidores com vazão nominal acima de 15 m³/h, que atualmente não são aprovados pelo órgão metrológico. Com relação aos impactos para as empresas de saneamento, destaco a grande mudança na forma de designação dos medidores, que passarão ser identificados por sua vazão permanente (Q3) e faixa de medição (Range), fato que exigirá dos técnicos envolvidos atualização técnica e capacitação para utilização dos novos produtos. Outro ponto importante é a necessidade de alteração dos sistemas de cadastro comercial dos medidores, que terão que absorver as novas características dos equipamentos, especialmente quanto ao novo padrão de numeração.



Os Laboratórios Móveis de Aferição de Hidrômetros são uma ferramenta fundamental para atendimento de solicitações de clientes, principalmente para medidores do tipo volumétrico ou eletrônico.

ECOS: O que seria necessário para possibilitar a adoção maciça de tecnologias para leitura a distância (RF), tanto por parte dos fornecedores, quanto por parte das empresas de saneamento?

Maurício - Entendo que a principal barreira para a expansão da telemetria no Brasil ainda seja o preço dos produtos, aliado à falta de um protocolo aberto de comunicação, que permita a coleta de dados de equipamentos de diferentes fabricantes.

Na minha opinião, estão surgindo novas soluções tecnológicas para telemetria de diversos serviços, que, num curto período de tempo, estarão acessíveis à maioria das empresas de saneamento brasileiras.

ECOS: Qual a importância de uma infraestrutura própria e técnicos para a realização de ensaios de medidores (novos e utilizados)?

Maurício - Fundamental para qualquer empresa de saneamento, pois permite que sejam inspecionados todos os lotes de medidores que são adquiridos, no ato do recebimento e com maior confiabilidade, garantindo a qualidade dos produtos, além de viabilizar uma prestação de serviço de qualidade e transparente aos seus clientes, que podem acompanhar os pedidos de aferição de hidrômetros. Em Campinas, contamos com um Laboratório de Hidrometria com bancadas verificadas anualmente pelo IPEM/Inmetro, e que em breve estará em processo de acreditação, visando a aumentar a credibilidade e a confiabilidade dos ensaios realizados aos nossos clientes e a terceiros (outras empresas de saneamento). Outra solução utilizada são os Laboratórios Móveis de Aferição de Hidrômetros, ferramenta fundamental para atendimento de solicitações de clientes, principalmente para medidores do tipo volumétrico ou eletrônico, que são mantidos nas ligações de água após os testes, caso sejam considerados aprovados nas aferições.



Arquivo | Dmae

Especialistas trabalham as sensações para classificar a água.

Sensibilidade a serviço da água de qualidade

Por **Charles Soveral**
Jornalista

Além de oferecer água potável livre de substâncias que possam provocar qualquer dano para a saúde humana, as empresas de saneamento possuem outro grande desafio: oferecer um produto que seja agradável ao paladar dos consumidores. Na escola, aprendemos que as propriedades organolépticas da água são sem gosto, cheiro ou cor, mas a verdade é que esta água ideal só existe em laboratórios. No mundo real, nossos mananciais sofrem todo tipo de influência, desde poluentes e produtos químicos até

substâncias geradas pelos próprios ambientes naturais. E para avaliar isto é preciso percepção aguçada de profissionais muito bem preparados.

No Dmae a tarefa é conduzida por uma seleta equipe técnica treinada desde 2013 na metodologia internacional para avaliação de gostos, odores e sensações táteis. São, pelo menos, uma dúzia de profissionais que usam como referência o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AWWA, APHA, WPCF) que no Brasil ainda é uma

tecnologia pouco difundida. A equipe gaúcha foi treinada por especialistas da Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (Sabesp), que é modelo latino-americano para o assunto.

“É um avanço importante que se torna especialmente necessário na antecipação de problemas. O método sensorial detecta eventuais alterações antes mesmo das confirmações e análises de laboratório. O problema no odor e sabor da água de 2016 foi detectado em nossas amostras antes mesmo das reclamações da população”, diz Vanessa Venturi, química e assistente técnica da gerência de tratamento de água do Dmae

Vanessa conta que a equipe treinada para percepção de sabor e odor usa a técnica conhecida como painel sensorial que se utiliza da memória olfativa e gustativa dos técnicos para a identificação de substâncias presentes nas amostras de água que chegam para a avaliação semanal. “Todos os dias coletamos cerca de 50 amostras em nossa rede de distribuição de água de Porto Alegre. São coletadas nos pontos de consumo dos usuários, em sistemas e subsistemas de toda a cidade, de forma a representar da melhor maneira possível o abastecimento global. Avaliamos os reservatórios e praticamente todos os hospitais e Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) 24 horas, aeroporto e rodoviária, ou seja, em locais de grande concentração de pessoas que numa eventual crise poderia multiplicar o efeito na população”, diz Vanessa Venturi.



Para Vanessa, sistema é eficaz.

A capital gaúcha tem mais de 300 mil ramais distribuídos em seis sistemas de abastecimento de água, a partir de estações de tratamento que estão nos bairros Belém Novo, Ilha da Pintada, Menino Deus, Moinhos de Vento, São João e Tristeza. Ao todo são 89 estações de bombeamento de água, 104 reservatórios e mais de quatro mil quilômetros de rede.

Para Tiago Weber, técnico em tratamento de água e esgoto, e responsável pela seleção de amostras a ser analisada pela equipe do painel sensorial, toda a água encontrada na natureza possui odor e sabor resultantes do meio ambiente onde se encontra. Cada região do planeta vai apresentar suas características, puxando mais para um ou para outro elemento ou substância presente no meio ambiente. A análise sensorial, que leva uma hora em média, inclui amostras de água bruta que não são degustadas pelos técnicos, apenas avaliadas no odor. Um frasco de água pura livre de sabores e odores é usado para limpar o paladar e as amostras de água tratada.

Weber é o único do grupo de analistas que sabe a origem da água. As amostras são separadas em copos de vidro, mantidos na mesma temperatura (cerca de 25°C). A partir da percepção do avaliador, serão enquadradas em algum dos oito grupos que compõem o painel sensorial para odores e os cinco para sabores.

Entre os odores os grupos incluem cheiros de terra/mofo; clorado; grama/feno/palha/madeira; pantanoso, séptico, sulfuroso/despejo; vegetação/flores; peixe; remédio, fenólico, alcoólico; e químico/ hidrocarboneto. Para sabores a escala é menor, começando com pó azedo/ácido; doce; salgado; amargo e sensação tátil.

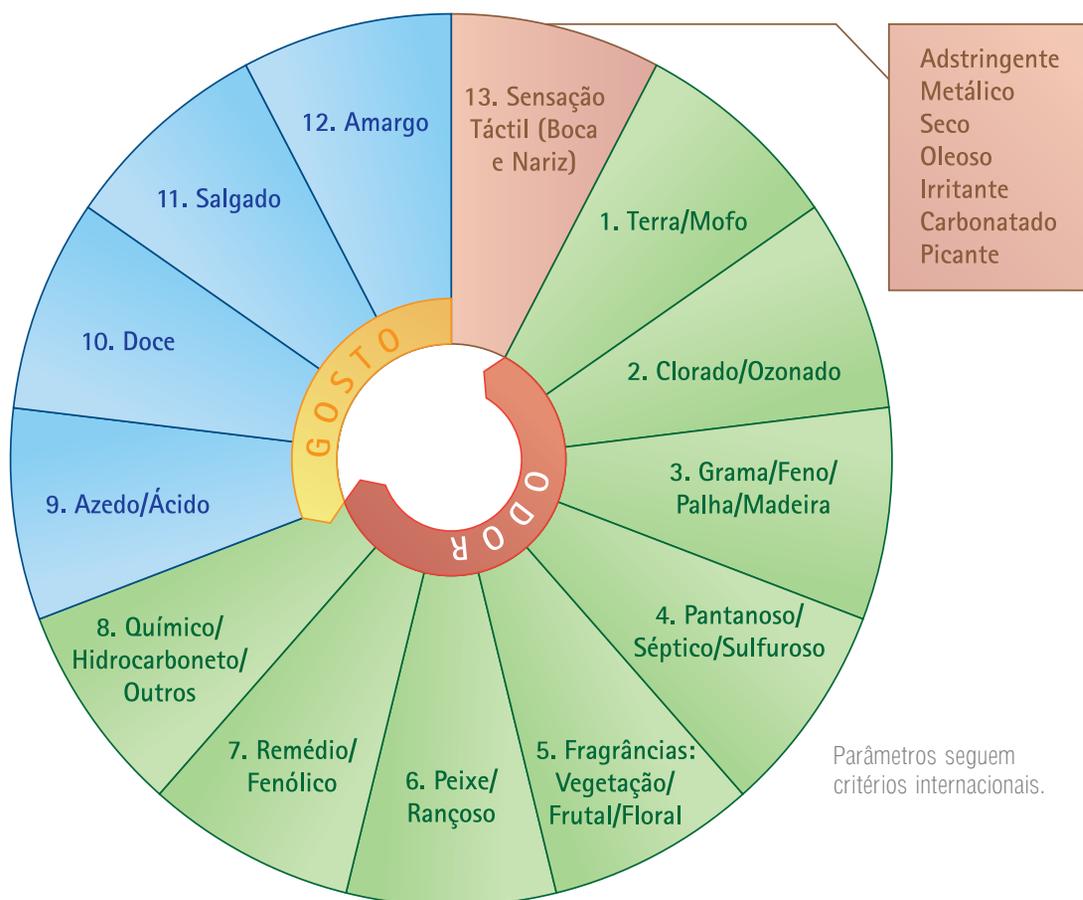
A intensidade de cada uma destas avaliações obedece a uma escala de valor que vai de zero a 12. A escala de intensidade padrão considera o valor 2 para Limiar; 4 para Fraco; 6 para Fraco a Moderado; 8 para Moderado; 10 para Moderado a Forte; e 12 para Forte. Pelo Anexo 10 do Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que regulamenta estas avaliações sensoriais, a Intensidade 6 é a máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre (grupo sensorial 2), por ser uma característica desejável em água tratada. “O Cloro é uma barreira sanitária e, mesmo que venha a exceder um pouco, isto não é visto como um problema”, justifica Weber.

Vanessa Venturi, por sua vez, lembra que o painel sensorial traz para um campo de informação concreta sobre sabor e odor que muitas vezes não são corretamente percebidos pelas análises químicas.

Charles Soveral

cas. "A sensibilidade humana é muito rica e completa. Você pode não determinar a substância exata, mas pode sim definir o grupo a que ela pertence. Isto já fornece pistas ou, no mínimo, um caminho para a análise feita por equipamentos ou no laboratório. Acaba encurtando o caminho como se

fosse um atalho mesmo. Um método químico de amplo espectro, por exemplo, precisa de um padrão para detectar algo. No caso sensorial, do olfato, por exemplo, o meu nariz e a minha memória olfativa guardam os padrões de identificação que estão no meu cérebro", completa.



Weber explica que "quando analisamos a água, e encontramos alguma alteração, a primeira ação é tentar detectar a qual grupo pertence o odor alterado e solicitar uma nova coleta da amostra pra confirmar o odor diferente. É realizada uma investigação com os coletadores e painelistas treinados. Nenhuma análise é completa em si só. Sempre se leva em conta o conjunto. Caso ocorra uma nova coleta e persista o gosto ou odor, verificamos se existe algum fator operacional que possa estar promovendo essa alteração, como alguma obra do Dmae em torno daquele sistema ou subsistema, e verificamos todos os parâmetros analisados nos laboratórios de Físico-química, Instrumental, Hidrobiologia, Bacteriologia e Operação".

Ele assinala que "após cruzar todos os dados, daí sim, temos subsídio para tomar uma ação contra a anormalidade. Existe, claro, a possibilidade de todos os parâmetros estarem dentro do Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que é a legislação que estabelece os parâmetros de potabilidade da água, e ainda assim existir algum odor ou gosto diferente, como o episódio incomum ocorrido em 2016. Quando isso acontece, seguimos a orientação da legislação, que é informar as autoridades de saúde de meio ambiente, pois o problema está além da competência do Dmae, sendo necessário um esforço conjunto com órgãos de fiscalização para a tomada de ações efetivas".

Tipos e origens de sabor e odor

É importante lembrar que gosto e odor na água não necessariamente comprometem sua potabilidade, assim como a ausência destes não significa que uma água está livre de substâncias patogênicas ou que promovam doenças. Vanessa Venturi, a assistente técnica da gerência de tratamento de água do Dmae, comenta que apenas o rigor de um tratamento profissional da água é que pode dar segurança

para seu consumo humano. "O Dmae segue rigorosamente as recomendações legais do Ministério da Saúde (Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017) e da Secretaria Estadual da Saúde (Portaria 320/2014). Nossa água não causa doença porque temos um controle muito grande com milhares de amostras e testes por ano. O serviço de tratamento remove as impurezas que podem causar danos para a saúde humana. De outra parte, as pessoas trazem a ideia de que uma diarreia ou outra doença qualquer tem origem na água. Se algo ocorrer com a água não será uma ou duas pessoas doentes. Serão muitas", diz ela.

Grupo de Odor	Composto(s)	Característica do Odor
1 – Terra/Mofo	Geosmina ¹	Terroso, beterraba
1 – Terra/Mofo	2-Metilisoborneol ¹	Terroso, turfa, castanha, solo
2 – Cloro	Cloro livre ¹	Clorado
2 – Cloro	Monocloramina ¹	Clorado
2 – Cloro	Dicloramina ¹	Cloro de piscina
3 – Grama	<i>cis</i> -3-Hexenil-1-acetato ¹	Grama
3 – Grama	<i>b</i> -ciclocitral ¹	Feno, amadeirado
4 – Séptico	Dissulfeto de Dimetila ¹	Séptico
4 – Séptico	Sulfeto de Dimetila	Vegetação em decomposição, milho enlatado
5 – Floral	<i>trans</i> -2- <i>cis</i> -6-nonadienal ¹	Pepino
5 – Floral	Difenil éter	Gerânio
6 – Peixe	Trimetilamina	Peixe estragado
7 – Remédio	Clorofenol, Bromofenol, Iodometanos ¹	Remédio
8 – Químico	Alquilbenzenos ¹	Tinta, solventes

¹Estes compostos foram identificados como causas de odores em água bruta e tratada.

Odores identificam substâncias que interferem na quantidade da água.

O gosto e o odor na água podem ter relação com a presença de uma variedade de compostos. Cada fonte apresenta diferentes concentrações destes, de forma que cada fonte pode ter um gosto ou odor dependendo da sua composição. Pode-se ter uma maior concentração de matéria orgânica em uma fonte, enquanto que outra fonte pode ter uma grande concentração mineral; ao mesmo tempo, outras fontes podem não apresentar gosto ou odor perceptível. "Na prática, não existe a tal de água insípida, inodora e incolor. Só a água purificada em laboratório, que tem um altíssimo custo de produção é que

tem estas características. Sabor e odor de água também são explorados comercialmente, quando apresentam características que agradem aos consumidores, por algumas empresas que vendem água engarrafada", completa Tiago Weber.

A maioria desses compostos que influenciam de forma desagradável no odor e sabor para o ser humano são eliminados no tratamento convencional da água, sendo encontrados, geralmente, apenas na água bruta. Dessa forma, pode-se dividi-los em compostos causadores de gosto e odor exclusivos da água bruta e compostos que necessitam de um tratamento es-

pecial para serem retirados da água tratada.

Causadores de gosto e odor encontrados na água bruta incluem compostos inorgânicos que contêm íons de ferro, manganês, cobre, zinco, cloretos, sulfatos, entre outros. Todos estes constituem parâmetro organoléptico com limite máximo de concentração em legislação (Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde).

Muitos compostos orgânicos são eliminados ou reduzidos a um valor aceitável de acordo com a portaria do Ministério da Saúde através do tratamento convencional. Porém, alguns compostos orgânicos não são eficientemente eliminados, necessitando de formas alternativas adicionais ao tratamento, que acabam por encarecer o processo. Entre os compostos orgânicos que se constituem parâmetro organoléptico com limite máximo de concentração para potabilidade estipulado em legislação, estão os clorofenóis, clorobenzenos, etilbenzeno, tolueno e xilenos. São substâncias encontradas principalmente em mananciais superficiais expostos aos poluentes de indústrias e de automóveis que acabam escorrendo através da chuva (CETESB, 2013).

Alguns compostos causadores de gosto e odor não se encontram legislados, porém constituem problemas de aceitação dos consumidores, uma vez que costumam resistir ao tratamento convencional da água e estão cada vez mais presentes nos mananciais devido ao crescimento urbano e consequente aumento de despejos residenciais e industriais.

Dentre eles, 2-metilisoborneol (MIB) e Geosmina são os compostos mais comumente relatados na literatura quando se trata de causadores de gosto e odor de origem natural e que não são eliminados no tratamento convencional da água. Quando os mananciais se encontram com grande concentração de nitrogênio e fósforo devido a despejos de esgotos domésticos, drenagem urbana, águas residuárias industriais e drenagem agrícola, ocorre a floração de cianobactérias (algas azuis) e actinomicetos (bactérias de organização filamentosa, às vezes ramificada, semelhantes a fungos), que têm como resíduos metabólicos esses alcoóis terciários alifáticos resistentes aos processos de desinfecção convencionais, gerando gosto e odor de terra/morfo.

De acordo com os engenheiros Sidney Seckler Ferreira Filho, professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), e Rosemeire Alves, química da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), que em 2006 publicaram o artigo "Técnicas de avaliação de gosto e odor em

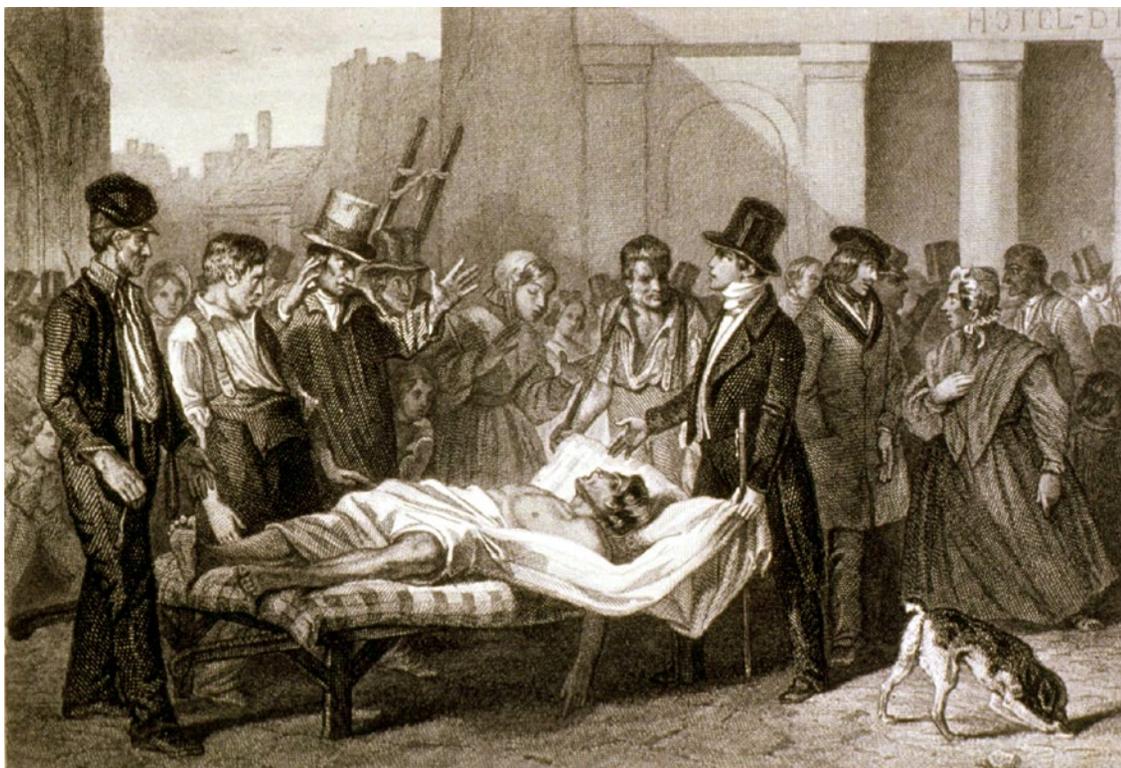
águas de abastecimento: método analítico, análise sensorial e percepção dos consumidores", os principais motivos que interferem no gosto e odor em águas de abastecimento são os seguintes:

- Substâncias inorgânicas em concentrações elevadas tais como o ferro, cloreto, sulfato, gás sulfídrico, entre outros;
- Compostos orgânicos originários de atividades humanas (fontes antropogênicas como fenóis e nitrofenóis) e demais compostos aromáticos (tetracloro de carbono, tetracloroetileno);
- Substâncias usadas no processo de tratamento da água como agentes oxidantes e ou desinfetantes e suas reações com compostos orgânicos;
- Compostos orgânicos originários pela ação de organismos vivos (fontes biogênicas). Inúmeros microrganismos, notadamente certas algas, especialmente as cianofíceas (algas azuis), bem como os actinomicetos são responsáveis pela produção de alguns compostos orgânicos, resultantes do seu metabolismo, que, sob certas condições ainda não totalmente conhecidas, são liberados para o meio ambiente. Estes compostos orgânicos são responsáveis por inúmeros problemas de gosto e odor em águas de abastecimento, sendo os mais difíceis de serem removidos.

Mesmo que ofereçam condições adequadas de sabor e odor após o tratamento, alguns elementos podem aparecer em elevadas concentrações decorrentes das redes de distribuição, seja pelas condições físicas da rede ou pelo seu traçado. Este é o caso de ferro e manganês. Tais concentrações podem causar gosto metálico. Também é possível que estas condições de rede favoreçam o crescimento de microrganismos.

Em 1989, uma pesquisa conduzida pela American Water Works Association (AWWA) junto às companhias de saneamento com o intuito de avaliar a dimensão dos problemas de gosto e odor em águas de abastecimento nos Estados Unidos concluiu que a maior parte dos casos relatados está relacionada com a presença de compostos orgânicos produzidos por algas e demais microrganismos no manancial devido ao agente desinfetante empregado e a problemas decorrentes da operação do sistema de distribuição de água.

Em Porto Alegre, as redes de distribuição de água para consumo humano somam mais de quatro mil quilômetros, o que dá uma dimensão da complexidade dos sistemas de abastecimento e das possibilidades de percepção de gosto e odor, por exemplo.



Reprodução | Wikipédia

Inglaterra no século 19 marca nova etapa para o saneamento.

Tratamento de água na história

Odor e sabor fortes, com a sensação de algo estragado. Na Inglaterra da Rainha Vitória, na segunda metade do século 19, ainda não existia nada parecido com o painel sensorial, nem mesmo a ideia de saneamento como fonte de saúde e bem-estar para a população. Naquele tempo, no entanto, a maioria dos habitantes de Londres, a capital do reino inglês e da revolução industrial, tinha certeza de que algo estava errado com o ar ou com a água. Isto porque, além do sabor e odor indesejáveis, os londrinos enfrentavam, em 1854, mais um surto de cólera — uma doença intestinal caracterizada por diarreia intensa e desidratação.

Cada vez mais frequentes e mortais, os efeitos da doença eram muito rápidos. Muitas pessoas que acordavam se sentindo bem morriam antes de terminar o dia. Não existia cura conhecida na época. Alguns achavam que a cólera era contraída por inalar estes odores desagradáveis de matéria orgânica em decomposição. A desconfiança fazia sentido. Mas os observadores mais atentos perceberam que a ori-

gem do mau cheiro vinha do rio Tâmesa, que corta Londres, e muitos se perguntavam se não era daquelas águas a origem da doença.

Alguns anos antes deste surto de cólera, um médico chamado John Snow havia sugerido que a cólera era causada por água contaminada, não pelo ar. Mas a comprovação veio somente em 1854, quando Snow testou sua teoria ao estudar a vida de pessoas que tinham contraído cólera no bairro londrino de Soho. A pesquisa de Snow descobriu que todos os que contraíram cólera nesse bairro tinham bebido água da mesma fonte que estava contaminada por dejetos infectados de cólera que vinham do esgoto.

Na mesma época, o cientista italiano Filippo Pacini publicou um estudo descrevendo o organismo causador da cólera, mas seu trabalho foi pouco divulgado. Nesta época a eficiência do poder público nas cidades era medida pela quantidade de pessoas mortas pelos surtos de cólera. Era uma verdadeira calamidade pública.

Do ponto de vista científico já existiam condições de combater a cólera que seria efetivamente controlada com uma vacina criada, duas décadas depois, pelo médico espanhol Jaime Ferrán. Mas foi um evento associado que deu partida para o que se pode considerar uma primeira medida de saneamen-

to na história da civilização ocidental. Com o forte verão inglês de 1858, os odores vindo do Rio Tâmisa ganharam proporções alarmantes, e as autoridades adotaram medidas sanitárias urgentes. Londres estava mergulhada naquilo que ficou conhecido como "o grande fedor". O mau cheiro do rio era tão forte que os políticos tiveram de colocar nas janelas do parlamento britânico, às margens do rio, cortinas encharcadas de desinfetante para tentar disfarçar o cheiro. Diante do caos, em apenas 18 dias, ordenou-se a construção de um sistema de esgoto. Foram instaladas enormes tubulações para interceptar os

dejetos antes que chegassem ao rio e daí levá-los para o leste de Londres até o mar, onde por fim seriam levados pela maré vazante. Os resultados foram nítidos e satisfatórios. Depois que Londres inteira foi ligada ao novo sistema, acabaram-se as epidemias de cólera. Depois disso, não houve dúvida de que a cólera era causada pela água e por alimentos contaminados. Nascia ali a noção de prevenção e de saneamento que tornaria a Europa e a América do Norte modelos para o resto do mundo. Água tratada foi compreendida como uma medida de saúde pública e essencial para a sociedade moderna.



Reprodução | Wikipédia

Água tratada na torneira é um bem que cada vez mais exige controle técnico.

Água Potável

De acordo com o Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, a água potável é definida como a água que atenda ao padrão estabelecido nesta portaria e não ofereça riscos à saúde. Esta água é utilizada em vários segmentos da sociedade, como agricultura e pecuária, indústrias, transporte, lazer e recreação, entre outros, além de combater a sede humana e facilitar a higiene pessoal. A captação da água para possível tratamento e distribuição é feita a partir de mananciais, que são quaisquer fontes de água utilizadas para consumo humano. Estes enquadram-se em três ti-

pos: águas superficiais, que constituem os rios, lagos, córregos, ribeirões, reservatórios artificiais etc; águas subterrâneas, que constituem os aquíferos e lençóis freáticos; e a água da chuva, captada antes de atingir a superfície. A água captada passa por tratamento para que não ofereça risco à saúde dos consumidores. É submetida a processos físicos, químicos, ou uma combinação destes, visando a atender os padrões de potabilidade da portaria do Ministério da Saúde, que incluem parâmetros organolépticos como cor, turbidez, gosto e odor; microbiológicos como coliformes totais e *Escherichia coli*; físico-químicos, como temperatura, condutividade, dureza, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, alcalinidade, pH, componentes químicos, entre outros.

Memória sensorial

A memória é o que permite a aprendizagem e através dela os conhecimentos se consolidam. Para o psicólogo, neurocientista e professor da Universidade da Califórnia, Michael S. Gazzaniga, uma das maiores autoridades mundiais em neurociência cognitiva, a memória como o processo cognitivo inclui, consolida e recupera toda a informação que aprendemos.

É essa bagagem de informação que o painel sensorial faz uso durante as análises, pois cada um dos técnicos do Dmae carrega, como ocorre com qualquer ser humano, um conjunto de informações resultantes de suas experiências de vida.

Conforme Gazzaniga, cerca de 99% da informação que entra no cérebro é colocada de lado, arquivada. Seria impossível ao ser humano "sentir" todas as sensações que recebeu durante o dia e, muito menos, durante uma vida toda. Cabe ao cérebro selecionar a informação importante, para garantir a própria sobrevivência do indivíduo e da espécie. Chama-se a este processo processamento de informação.

Este processamento da informação ocorre em três fases: codificação, armazenamento e recuperação. A codificação é a primeira fase da memória que prepara as informações sensoriais para serem posteriormente

armazenadas no cérebro. Baseia-se na tradução de dados num código, que pode ser acústico, visual ou semântico. Tomar consciência do significado da afirmação, do que foi dito ou expressado verbalmente e o que ela representa é a codificação semântica. Depois de codificada, a informação será armazenada.

Ao se deparar com um odor ou sabor, o cérebro vai buscar o registro anterior daquela informação. Cada informação produz modificações nas redes neuronais que permitem que a pessoa se recorde do que memorizou, sempre que queira, a isto chama-se recuperação.

Estas informações estão separadas em dois grupos: Sensações de Natureza Física, onde ficam a Audição, o Tato e a Visão, e as Sensações de Natureza Química, lugar do Olfato e do Paladar. As sensações de Natureza Física, como o próprio nome já indica, são estimuladas por uma ação física, enquanto que as de Natureza Química envolvem reações químicas e bioquímicas. Portanto, cada uma será trabalhada em áreas específicas do nosso cérebro. E, em alguns casos, a diminuição de sensibilidade ou mesmo ausência de uma delas faz com que outras se amplifiquem.

Os Sabores Complexos, que vão muito além dos Sabores Básicos (estes identificados pelas papilas da língua), para serem percebidos acionam o conjunto olfativo. Esta sofisticada combinação de sensações torna muito eficiente o painel sensorial aplicado para as avaliações de água do Dmae.



Arquivo | UFRGS

Cérebro humano grava todas as experiências sensoriais.

Os diferentes tipos de tratamento da água

A tecnologia atual procura tratar a água bruta conforme sua finalidade ou uso. O tratamento físico-químico é usado para a água de consumo humano e o biológico para o tratamento de esgotos. São métodos convencionais utilizados pela maioria dos municípios brasileiros. Existem tratamentos alternativos que são utilizados em necessidades específicas. Para cada necessidade, há um tratamento. O processo de oxidação avançada, por exemplo, consegue destruir moléculas dificilmente elimináveis de micropoluentes.

O processo é realizado no tratamento de água para abastecimento público. Existe o chamado tratamento eletrolítico, que usa a eletricidade para separar elementos químicos da água. Também existe o tratamento eletroquímico – que transforma sal em cloro – e a filtração lenta. Esta última é uma estação de tratamento de água completa. Este método tem um custo menor e atua como desinfetante. Porém, não pode ser usado sempre. O recurso só deve ser explorado em pequenas cidades, que utilizem água de pequenas bacias hidrográficas e que não possuam efluentes industriais.

Novas substâncias desafiam os especialistas

A sociedade industrial moderna, com a crescente poluição dos mananciais hídricos, vem gerando substâncias cada vez mais difíceis de serem tratadas ou separadas da água. São os chamados micropoluentes e microcontaminantes, que devido à prolongada exposição, embora em pequena concentração, podem resultar em alterações prejudiciais ao organismo humano e de outros animais. Entre os compostos de interesse, estão hormônios naturais e sintéticos, produtos farmacêuticos e produtos de cuidados pessoais.

Pesquisadores em todo o mundo têm observado que existe uma relação crescente entre a presença destas substâncias (mais de 4 mil já catalogadas) e doenças agudas crônicas e diferentes tipos de cân-

cer. Há vários compostos químicos – como defensivos agrícolas e subprodutos da atividade industrial, de mineração e da indústria petrolífera – que estão presentes sob a forma de partículas dispersas nos mananciais aquáticos.

O Lago Guaíba

- Vazão média: 1.888 m³/s
- Vazão mínima: 204 m³/s
- Vazão utilizada para abastecimento: 6 m³/s
- Contribuintes do Lago Guaíba: Gravataí, Sinos, Jacuí e Cai

Sistemas de Abastecimento

- 6 Sistemas: Menino Deus, São João, Moínhos de Vento, Belém Novo, Tristeza, Ilha da Pintada
- 89 Estações de Bombeamento de Água: 87 EBATs + 2 operadas nas ETAs
- 104 Reservatórios de água
- Capacidade de Reservação: 208.447 m³
- 4.143 quilômetros de redes

Monitoramento do Lago Guaíba

- 16 pontos no Lago: 5 em captações, 4 em foz dos rios, 7 em canal e margens
- Mais de 5 mil resultados de análise/ano

Controle de Qualidade da Água Tratada

- 292 pontos de monitoramento de água tratada no Município
- Mais de 800 coletas mensais
- Mais de 800 mil análises em 2016
- O Dmae monitora regularmente 102 parâmetros do Anexo XX da Portaria de Consolidação N° 5/2017 do Ministério da Saúde e 46 parâmetros da Portaria 320/2014 da Secretaria Estadual da Saúde



Arquivo | Sabesp

Rompimentos da rede subterrânea entre as principais causas.

Combate às perdas de água tratada desafia gestores do saneamento

Por **Charles Soveral**
Jornalista

O combate aos elevados percentuais de perdas de água tratada pelas empresas de saneamento do Brasil deve figurar entre as prioridades de quem busca eficiência no setor, especialmente em tempos de crise econômica e de preocupação com o meio ambiente. A opinião é do engenheiro Ricardo Rover Machado, da Companhia Riograndense de Saneamento (Cor-san) que vem incentivando o debate sobre o tema.

Rover Machado comanda a Câmara Técnica de Gestão de Perdas e Eficiência Energética da Associa-

ção Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes) e não tem dúvida em afirmar que somente com o combate às perdas é possível prolongar a vida útil dos empreendimentos de saneamento no país. "Reduzir as perdas a níveis bem mais baixos nos dará mais vida aos sistemas de abastecimento sem a necessidade de ampliar as estações de tratamento e, ao mesmo tempo, atender as demandas da sociedade com reduções de custo. Daí a importância deste tema", analisa o engenheiro.

No Brasil, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), ligado ao Ministério das Cidades, o índice de perda em 2013 chegou a 37%. Cenário ruim também para a International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET), entidade que atribui este elevado percentual brasileiro de perda nos volumes de água tratada à falta de gestão e à deficiência na manutenção das redes instaladas. O enorme desperdício do Brasil é superior ao de outras nações monitoradas pelo IBNET, que indica, conforme levantamento de 2011, que o Brasil fica atrás de países como Vietnã (que perde 31%), México (24%), Rússia (23%) e China (22%). Pelo mesmo levantamento, as nações mais eficientes neste quesito estão os Estados Unidos (13%) e a Austrália (7%).

Especialistas em saneamento no Brasil estimam que 5,8 trilhões de litros de água tratada são desperdiçados anualmente. Quantidade suficiente, por exemplo, para abastecer a gigantesca cidade de São Paulo por sete anos e meio, considerando uma média de 188 litros diários por habitante no estado de São Paulo, segundo o SNIS.



Rover Machado

Rover Machado elenca como principais razões para as perdas de água tratada no Brasil as condições ruins de muitas redes que ainda se utilizam de materiais antigos e já em estado de necessária substituição por novas tecnologias como a que se verifica nos tubos de polietileno de alta densidade (PEAD). Esses tubos oferecem mais resistência e elasticidade aos impactos, bem como aos produtos químicos usa-

dos no tratamento, e são atóxicos para transportar a água com qualidade. Além disso, entre as principais causas estão as elevadas pressões resultantes de desnivelamentos em reservatórios e do liga e desliga dos motores de bombeamento da água. "As grandes empresas de saneamento do Brasil estão investindo na melhoria e na atualização destas infraestruturas porque sabem que isto é muito importante no combate sistemático ao desperdício."

O engenheiro destaca que tanto a Corsan quanto o Dmae "são empresas que têm investido nos chamados centros de controle operacional que fazem um moderno monitoramento do excesso de pressão interna nas redes de abastecimento com equipamentos eletrônicos do tipo inversores de frequência, que podem reduzir estas pressões em horários determinados, como nas madrugadas, quando normalmente ocorrem os rompimentos por excesso de pressão".

No levantamento do SNIS é possível observar que o Brasil também acumula perdas "não físicas", quando a água foi utilizada porém não foi medida e deixou de gerar faturamento às empresas prestadoras do serviço. Isso decorre de erros de medição (hidrômetros inoperantes, com submedição, erros de leitura, fraudes), ligações clandestinas, "gatos" e falhas no cadastro comercial.

Os estados das regiões Sudeste e do Centro-Oeste estão abaixo da média nacional de perda de água tratada, com índice de 33,4%. A região que tem esse tipo de desperdício mais acentuado é a Norte (50,8%), seguida por Nordeste (45%) e Sul (35,1%). Entre as capitais, a variação no índice de perdas é ampla, com a menor em Goiânia, com 21,3%, e a maior em Macapá, 73,6%.

Para Luiz Alexandre Rezeres de Barros, engenheiro que trabalha no programa de perdas do Dmae, a capital gaúcha já vem trabalhando para obter melhores resultados no combate a este desperdício da água tratada. "Nossa média de perdas está entre 24% e 26%. Na cidade temos áreas com perdas baixíssimas e áreas com perdas em patamares muito elevados. Na média estamos bem, mas podemos melhorar muito ainda. Nossos problemas são nas áreas mais periféricas, mais pobres ou distantes das ETAs. Nestes pontos, as perdas físicas e também aquelas em que a água foi consumida mas não cobrada são grandes", comenta ele.

Rezeres de Barros relata uma experiência recente em que o Dmae atuou diretamente em três áreas com problemas em Porto Alegre: Vila Assunção, Santa Teresa e Morro do Osso. Nestes locais, uma se-

quência de ações foram desencadeadas com o objetivo de reduzir as perdas. Entre as medidas tomadas, foram feitas medições de vazão e monitoramento de pressão, análise para implantação das válvulas redutoras de pressão (VRPs), execução de caixas de pitometria (para medir pressão e vazão de água em condutos forçados) e instalação de macromedidores. "Este conjunto de ações nos trouxe excelentes resultados para a redução de perdas de água tratada", revela o engenheiro do Dmae.



Luiz Alexandre Rezeres de Barros

Para se ter uma ideia de como a ação obteve resultados efetivos, foram recuperados mais de 65 mil metros cúbicos por mês nestas três áreas, representando uma economia para os cofres públicos de Porto Alegre na ordem de R\$ 1,54 milhões por ano. "Nestas áreas ainda teremos uma ação do ponto de vista comercial que deverá amplificar ainda mais estes resultados. Isto mostra que o controle e gestão poderão trazer resultados bem importantes para a cidade de Porto Alegre", conclui Rezeres de Barros.

A assistente técnica da Diretoria de Operações do Dmae de Porto Alegre, Rosane Coimbra, por sua vez, vai direto ao ponto. Segundo ela, o combate às perdas de água tratada passa por alguns pontos essenciais, como o controle da pressão empregada na rede, pois muita pressão força o surgimento de va-

zamentos, a melhoria da infraestrutura com a substituição de redes e "uma boa macromedição, que nada mais é do que um conjunto de medições feitas nos sistemas de abastecimento de água, tanto nos produtores quanto nos de abastecimento. A macromedição é essencial para que se monitore e gerencie de maneira adequada esse sistema de abastecimento de água, uma vez que são imprescindíveis dados confiáveis para que se desenvolvam estratégias de redução e controle de perda de água verdadeiramente eficazes", assinala Rosane Coimbra.

Para a assistente da Diretoria de Operações, a quantidade de água desperdiçada inclui perdas com vazamentos em adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais do sistema. Esses vazamentos são verificados principalmente em tubulações da rede de distribuição, provocados especialmente pelo excesso de pressão em regiões com grande variação de relevo.

Rosane Coimbra explica que uma parte importante do combate às perdas se dá no nível de uma boa fiscalização. "Se perde muita água não só por vazamento, como também em ligações clandestinas, as quais não se têm controle. Também em leituras prejudicadas por hidrômetros que eventualmente possam estar apresentando algum defeito".



Rosane Coimbra

Maria de Lourdes Wolff | Dmae

Maria de Lourdes Wolff | Dmae

A assistente da Diretoria de Operações do Dmae observa que o indicador de perdas é um retrato fiel da gestão da empresa de saneamento. Conforme ela, o combate eficiente e a consequente redução de perdas podem gerar os recursos necessários para reinvestimento no sistema, oferecendo alternativas a concessões e parcerias público privadas que têm sido apregoadas. "Se tu tens uma tarifa correta, justa, e tu tens um certo nível de usuários que pagam pelo teu sistema de tratamento de água e de esgoto e fazes uma boa gestão, tu terás uma sustentabilidade. O serviço de água e esgoto é consumido por toda a população. Por mais que se tenha uma tarifa social, o conjunto de clientes equilibra os custos e torna a empresa viável", diz ela.

Rosane Coimbra fala sobre uma particularidade do Dmae que é um diferencial. Segundo ela, a grande maioria dos funcionários do Departamento é consciente do papel social que desempenha, independente da função de cada um. "Digo isto porque esta coesão é importante no ajuste da gestão. Certamente temos uma condição melhor de perdas aqui em Porto Alegre do que a média nacional em decorrência de um esforço dos funcionários. É comum um funcionário do Dmae, por exemplo, no deslocamento de casa para o trabalho ficar observando se há fugas de água no trajeto. Se houver ele vai e reporta. Isso nada mais é do que engajamento e comprometimento com a causa."

Sobre a questão ambiental, o engenheiro Rover Machado entende que o combate às perdas físicas implica menos água a ser tratada para atender a mesma população e, segundo ele, isto significa menos gasto em energia elétrica e em produtos químicos, representando menor impacto no meio ambiente. "É bom sempre lembrar que saneamento tem relação direta com o meio ambiente e com a saúde das pessoas. É uma área estratégica que impacta na vida de todos, seja pela questão social ou pela questão econômica. Hoje temos a percepção que o serviço de água e esgoto se revestiu de muita importância porque estamos trabalhando para assegurar a qualidade de vida das pessoas", conclui.

Perda Média de Água por País

Austrália – 7%
Estados Unidos – 13%
Coreia do Sul – 17%
República Checa – 20%
Vanuatu – 20%
China – 22%
Micronésia – 22%
Rússia – 23%
México – 24%
Bielorrússia – 26%
Tonga – 29%
Kiribati – 31%
Vietnã – 31%
Bangladesh – 32%
Eslováquia – 33%
Sérvia – 36%
Brasil – 39%
Palau – 41%
Moldávia – 44%
Noruega – 44%
Quênia – 45%
Nigéria – 45%
Zâmbia – 46%
Uruguai – 49%
Afeganistão – 54%
Paquistão – 57%
Bulgária – 61%
Albânia – 64%
Fiji – 83%

Fonte: The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET) em 2013.

Capital do Amazonas lidera em perdas físicas de água tratada no Brasil

A capital do Estado do Amazonas, Manaus, está no topo das cidades brasileiras que mais desperdiçam água tratada, conforme avaliação da Agência Reguladora dos Serviços Públicos do Amazonas (Arsam). Um estudo técnico aponta que, da água distribuída pela concessionária Manaus Ambiental, 70% se perde no caminho em vazamentos de tubulações ou ligações clandestinas, os chamados "gatos".

De uma forma geral, as principais causas do desperdício de água em Manaus são os vazamentos na rede, fraude no hidrômetro, desvio de ligação de água e ligações paralelas. Conforme a agência reguladora, este conjunto de desvios pode gerar um prejuízo equivalente a quatro vezes o consumo regular de um usuário.

Em Manaus, a média de consumo por habitante/dia é de 250 litros, bem acima da média brasileira. Isto ocorre por alguns fatores locais muito característicos que vão desde hábitos higiênicos e culturais da comunidade (mais de um banho por dia); a quantidade de micromedicação do sistema de abastecimento de água; as instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis; e o excesso de temperatura, que no verão fica na faixa de 40 graus centígrados na cidade.



Lucas Amorelli | Thinkstock

Muitos fatores concorrem para resultado negativo no controle das perdas.



Tecnologia a serviço do saneamento de qualidade

Atender a demanda dos serviços de água e esgoto com qualidade em grandes centros urbanos, como é o caso de Porto Alegre, tornou-se um desafio diário para os gestores públicos. A limitação de recursos, de um lado, e a crescente demanda social, do outro, promoveram a busca por soluções inovadoras. A melhor resposta para este dilema está sendo dada pela adoção de novas tecnologias que aproximam a empresa de seus clientes, apresentam economia aos cofres públicos, agilizam processos e ajudam a manter o equilíbrio tarifário.

Por **Charles Soveral**
Jornalista



"Hoje, ter agilidade na resposta é fundamental para o serviço público. O cliente, a população em geral, está muito exigente. Nossos atendimentos precisam ser cada vez mais rápidos e objetivos. É bom que seja assim, pois isto nos obriga a ser criativos, a encontrar soluções", comenta Melissa Viera Silva, assistente técnica da diretoria de relacionamento com o cliente.

Melissa conta que, em sua área, o Dmae vem adotando algumas medidas que estão agradando aos consumidores além de economizar recursos da empresa. O envio de contas por e-mail é uma destas medidas, que começou a ser implantada após uma criteriosa avaliação. "Percebemos que para uma parte significativa de nossos clientes as soluções digitais já são uma realidade. Atualmente o acesso a um aparelho celular com internet ou ao Facebook se dá para pessoas de todas as classes sociais. Por que não usar estes canais?", pergunta ela.

Em apenas seis meses de operação, sem muita publicidade, mais de 1.700 ramais já optaram pelo recebimento por e-mail de suas contas. "Se considerarmos que temos quase 300 mil ramais em Porto Alegre, pode parecer bem pouco, mas o fato é que desde a implantação deste sistema o número de interessados cresce dia a dia."

Tradicionalmente a conta de água pode ser enviada pelo correio ou deixada na caixa de correspondência após a leitura no local, pois também é emitida na hora. Já a conta por e-mail apresenta muitas vantagens que, aos poucos, começam a ser descobertas pelos usuários: pode ser acessada de qualquer lugar, chega sempre na data esperada pelo consumidor, o link de pagamento fica disponibilizado por seis meses. E, ainda, por conter um código de barras, pode ser paga no próprio aparelho do cliente, através de internet banking. "Ainda não temos

um perfil de quem está aderindo a esta solução, mas certamente dá para imaginar que são pessoas que já têm o hábito de fazer muitas coisas pelo celular", observa Melissa.

trarem muitos ramais, viram nesta solução economia de tempo e facilidade de gestão. "Elas recebiam muitas contas impressas e com a criação do Portal do Agente, uma página de internet acessada através de senha, as imobiliárias ganharam mais autonomia, a ponto de inserir ou retirar da sua administração um determinado ramal. Parece simples, mas isto, antes, somente podia ser feito em um posto de atendimento, representando mais atendimentos presenciais, mais fila, mais trabalho, mais funcionários envolvidos. A solução tornou-se importante para eles e para o Dmae, que agora pode direcionar este recurso humano para outra atividade", completa ela.

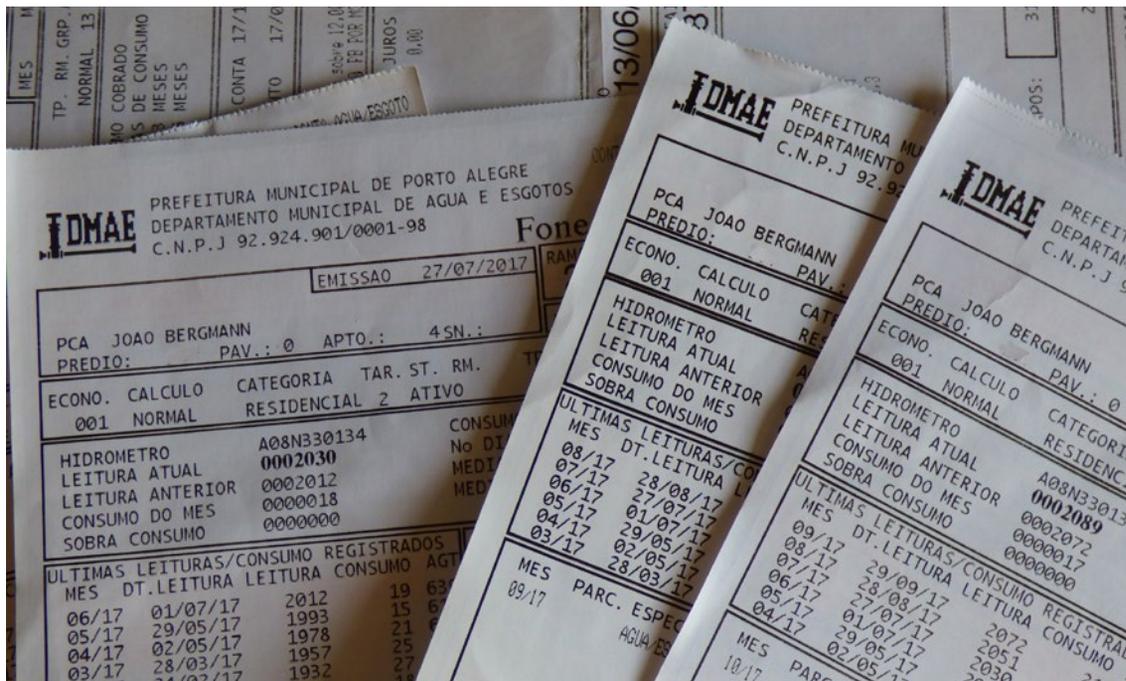
Melissa lembra que, em geral, as imobiliárias são excelentes pagadoras, mantendo as contas de seus clientes sempre em dia, e isto é muito importante para o Dmae, que tem no público médio um atraso de alguns dias no pagamento em relação à data de vencimento. Pelo Portal do Agente, a imobiliária faz a inclusão e exclusão de dados de forma autônoma, marcando uma relação de confiança com Dmae, porque as alterações são feitas sem passar por uma conferência interna. "E tem funcionado muito bem, especialmente no que diz respeito à inclusão ou exclusão de responsabilidade sobre determinados ramais. Os funcionários destas imobiliárias viviam dentro de nossos postos de atendimento, gerando fila, perdendo muito tempo, e hoje o atendimento presencial está ficado em outras questões" diz Melissa.



Charles Soveral

Melissa aposta na mudança de cultura

A conta por e-mail chamou muito a atenção de um segmento específico da sociedade: as imobiliárias. Conforme relata Melissa, as imobiliárias, por adminis-



Charles Soveral

Contas por e-mail são uma boa resposta para agilidade no pagamento e controle de consumo

No Portal do Agente, todas as grandes imobiliárias da cidade já estão cadastradas e nos oito primeiros meses de atendimento *online* significou pelo menos uma redução de 200 atendimentos presenciais por semana. "E deverá reduzir ainda mais, porque novos serviços estarão sendo disponibilizados pela internet. Entre estes novos serviços, é possível destacar a revisão da conta que atualmente é feita somente nos postos. A solicitação desta revisão desta maneira vai economizar tempo dos dois lados, podendo ser totalmente resolvida sem a presença física do cliente", confirma ela.

No pacote de inovações do atendimento outra ferramenta chama a atenção. Trata-se do esclare-

cimento de dúvidas e questões através de conversas escritas *online* ou pela internet conhecidas por *chat*. O serviço, que ainda está em fase experimental, entrou em operação no dia 10 de novembro de 2017 e é executado pelos atendentes do serviço telefônico 156. "Todas as perguntas que o cliente faria por telefone pode fazer por este sistema também" alerta Betina Minetto, gerente de atendimento ao cliente.

O serviço pode ser acessado pelo *site* do Dmae e repercutiu bem através das redes sociais. "Na verdade estamos observando que a maioria dos clientes que usam o *chat* são pessoas que estavam habituadas a fazer consultas pelas redes sociais", confirma Betina.



Charlès Soveral

Redução de filas nos postos de atendimento ajuda aos consumidores.

A assistente técnica Alexandra Mayhofer observa que apesar de pouquíssimo tempo em operação o *chat* já responde por mais de 50 atendimentos diários. "É importante salientar que uma parte significativa das questões são simples e muitas vezes são comuns a muitas pessoas, como, por exemplo, o corte do serviço de água em determinada rua ou região da cidade. Com uma resposta padrão pronta, o atendente responde com rapidez as solicitações", afirma Alexandra.

Outra vantagem é que o usuário pode anexar documentos ou imagens que permitam facilitar a compreensão da solicitação, e isto reduz a ida ao posto de atendimento, muitas vezes apenas para complementar uma solicitação já protocolada.

Para Melissa, a tendência dos atendimentos virtuais, seja pelo envio de contas, pelo Portal do Agente ou pelo *chat*, é deixar para os postos de serviço apenas as questões mais complexas ou que ainda não podem ser feitas a distância, como a assinatura

de documentos. Ela entende que os atendimentos não presenciais estão no começo, mas revelam um processo irreversível da sociedade que está se acostumando a usar os novos canais de comunicação nas relações diárias. "Até uma década atrás, tínhamos uma ideia bastante diferente do que temos hoje no que diz respeito a estas novas tecnologias. Para nós, o atendimento presencial parecia ser a forma mais eficiente, e foi, por todo este período. Mas as coisas foram mudando. A tecnologia que antes estava restrita a uma parcela da população já está ao alcance da maioria. O posto deverá permanecer no futuro, apenas para os atendimentos nos quais não exista outro caminho. Eu estimo que três quartos de todas as demandas que chegam diariamente até nós poderiam ser resolvidas sem a necessidade da presença física. Creio que isto traduz bem a importância do que estamos iniciando aqui no Dmae", conclui ela.

Geodmae: a informação técnica na tela do computador

Em Porto Alegre as informações técnicas com mapas detalhados das tubulações de água e de esgoto, bem como de outras redes de serviço que cruzam pelo subsolo da cidade, já podem ser visualizadas na tela de um computador interligado à internet. Os antigos e gigantescos mapas de papel dos arquivos técnico e comercial foram digitalizados, vetorizados e transportados para um ambiente virtual disponível para todas as secretarias da administração pela *web*, através da rede mundial de computadores.

Tendo por base o Sistema de Informação Geográfica (SIG), os bancos de imagens aéreas e de satélite da cidade e o que se conhece por georreferenciamento cartográfico (onde as informações geográficas são precisas a partir de coordenadas em um sistema de referência), foi montado um mapa virtual que recebeu todas estas informações para cruzá-las de forma visual na tela do computador.

O sistema, chamado de Geodmae, foi idealizado por uma equipe interna, coordenada pelo engenheiro Fernando André Neuwald, com o apoio técnico da Companhia de Processamento de Dados do Município de Porto Alegre (Procempa). Além das informações de saneamento, o Geodmae disponibiliza bases de dados de interesse, como estimativas populacionais das regiões investigadas, as redes de gás, de telefonia, plano diretor de drenagem e zoneamento ambiental, que passaram a se sobrepor em linhas e marcações técnicas com uma precisão muito grande. "O Geodmae está sempre se atualizando com as informações que chegam de nossas equipes de campo, além de diversas outras fontes, de tal maneira que a cada ano ele fica mais robusto e com informações ainda mais precisas sobre esta infraestrutura do município", observa Neuwald.

O sistema tem como grande vantagem a economia de tempo, seja em uma operação de campo, seja na identificação de problemas em um ramal de água ou de esgoto. "Sem contar que nos livra, muitas vezes, de começar a fazer um reparo no lugar errado", comenta o engenheiro.

Um aspecto interessante desta ferramenta digital de trabalho é que, ao tornar mais eficiente o vo-



Charles Soveral

Gilson Reischak diz que o Geodmae chegou para ficar.

lume de informações sobre os clientes, que responde por mais de 280 mil ramais na cidade, o Dmae passa a atender melhor a população e, ao mesmo tempo, a aumentar a arrecadação. "Todos os investimentos tecnológicos que fazemos nesta área, como a compra de imagens, por exemplo, se paga de maneira rápida, pois nos permite cobrar a tarifa certa dos consumidores de água e esgoto, além de nos dar uma visão muito clara sobre os novos empreendimentos e o que é necessário para acompanhar o crescimento da cidade. O Geodmae é indispensável ao atual gerenciamento de Porto Alegre. Não sei como vivíamos sem ele", brinca Gilson Reischak de Oliveira, que trabalha na equipe do Geodmae.

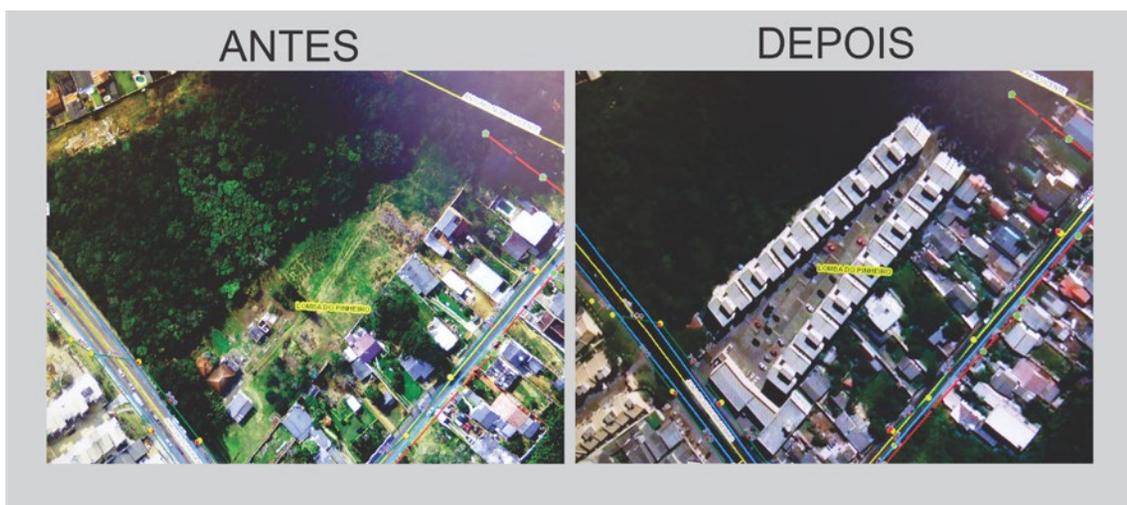
Reischak lembra que a Prefeitura de Porto Alegre encomendou uma atualização aerofotográfica da cidade entre os anos de 2013 e 2014. "O que a Prefeitura gastou foi recuperado em poucas semanas, pois a atualização das imagens nos permitiu ajustar a tarifa de muitos ramais que não estavam sendo cobrados de forma adequada", destaca.

As ferramentas disponíveis no Geodmae permitem fazer estimativas de áreas construídas e monitorar o desenvolvimento de ruas, edificações, condomínios, complexos industriais e localizar a distância exata das principais canalizações. "Também nos ajuda a saber se o ramal, por exemplo, cadastrado como tarifa social com menos de 40 m², é realmente o que está declarado. Havendo divergência, vamos investigar, buscar mais informações e, se for o caso, cancelar aquele benefício. Este é um dos aspectos da informação correta que antes poderia nunca ser descoberto ou mesmo levar meses e anos para ser confirmado, pois estamos falando de uma rede de água

que tem pelo menos quatro mil quilômetros distribuídos na cidade", observa Reischak de Oliveira.

Ligado à Gerência de Arrecadação (Gare), o Geodmae tornou-se a principal ferramenta de controle e monitoramento das redes de água e esgoto na cidade. "A cidade é como se fosse um ser vivo que cresce e se modifica constantemente. Com este sistema conseguimos acompanhar melhor as transformações. Isto significa que as decisões gerenciais e de novos investimentos ficam mais claras. Por aqui vamos acompanhando que regiões de Porto Alegre estão crescendo mais, onde serão necessárias obras, reparos e investimentos. Esta visão global faz toda a diferença", completa o técnico do Dmae.

A montagem do grande banco de dados do Geodmae começou com a digitalização e vetorização dos mapas e documentos técnicos das redes de água e esgoto da cidade que estavam sob o controle da Equipe de Documentação Técnica e Geoprocessamento. Lúcio Mauro Lucatelli, engenheiro cartógrafo do Dmae, que participou do trabalho inicial, lembra que desde os anos 2003/2004 o sistema SIG passou de sonho a realidade, e que o processo foi lento, mas efetivo, pois, além de resgatar os dados do passado, começou a ser feita a inclusão de dados atualizados. "Até pouco tempo atrás, existiam informações somente nas versões impressas, distribuídas nos diferentes arquivos e setores do Dmae. Estamos mudando uma forma de ver a informação. E falo disto não apenas por conta da visualização espacial na tela do computador ou pela internet, mas a informação que passa a ser integrada pelos diferentes cadastros técnicos existentes no Dmae, que passam então a oferecer um dado muito mais qualificado e preciso", completa ele.



Imagens de satélite mostram mudanças na paisagem urbana.

O Geodmae incorporou informações de novas fontes, principalmente, a oferta de serviços públicos, como postos de saúde, hospitais etc. A visualização se dá por diferentes bancos de dados, que suportam diferentes camadas de informações, facilitando o acesso a informações variadas.

Atualmente, os bancos são utilizados principalmente para alimentar e gerenciar o ObservaPOA, Plano Diretor de Drenagem, Copa 2014, Plano Cicloviário, Projeto Integrado Entrada da Cidade, Zoneamento Ambiental, Combate à Dengue, Programa Reluz e Projeto Integrado Socioambiental.

Para que as informações estejam estruturadas e acessíveis, auxiliando na gestão, a Procempa utiliza o GeoPonto, uma solução desenvolvida pela companhia. A aplicação, via web, possui recursos básicos de consulta e visualização dos dados georreferenciados armazenados no banco de dados. O acesso é mais amigável, popularizando a consulta aos dados geográficos e disseminando o conhecimento no âmbito municipal e o acesso às informações, armazenadas em ambiente tecnológico de padrões internacionais.

Reischak de Oliveira explica que o Geodmae já é uma referência para muitas empresas de saneamento no Rio Grande do Sul e em outros estados, apesar de existirem sistemas semelhantes em grandes empresas, como a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (Sabesp). O Dmae, lembra ele, é a referência regional, e técnicos de outras instituições nos procuram para implementar uma solução semelhante. Eles percebem o alcance técnico desta solução, que é cada vez mais indispensável para as localidades e municípios que gerenciam seus recursos de saneamento.

Uma das áreas que mais tem se beneficiado do Geodmae é a de Projetos, que precisa estimar consumo, dados de crescimento populacional e, com isso, definir o tamanho e o porte das novas redes. "Trata-se de algo muito importante, pois, em Porto Alegre, de um dia para outro surgem projetos de novos condomínios, por exemplo. Onde havia uma economia surgem 30. Como fazer? Que redes serão necessárias, que tubulações vamos precisar? Isto tudo o Geodmae pode responder", conclui ele.

Bem na foto

Porto Alegre é uma das poucas cidades brasileiras que possui diversos levantamentos aerofotogramétricos. Os últimos foram realizados em 2013

e 2014. As imagens atuais têm uma resolução 100 vezes superior à das anteriores, feitas nos anos de 1956 e 1982. Em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 2010 um avião de pequeno porte voou a uma altura de 1.200 metros com uma câmera especial. Gravou imagens de toda a cidade. A base de dados urbanos utilizada pelo Geodmae reúne todos os dados cartográficos da cidade.

As maiores transformações são observadas no entorno do Centro Histórico, área que foi ampliada com aterros nos anos 1927 (área ao norte da Usina do Gasômetro e cais), 1956 (junto à Rua Washington Luís) e 1978 (área do atual Parque Maurício Sirotsky Sobrinho).

Controle de consumo a distância

Em Porto Alegre, a maioria das residências, condomínios e estabelecimentos comerciais tem, junto ao seu acesso à rede de distribuição de água, um hidrômetro ou relógio, como é popularmente conhecida a invenção inglesa do século 19, destinada a medir a quantidade de água consumida por aquele ramal ou cliente. A tecnologia centenária sofreu avanços ao longo do século 20 com mecanismos mais sensíveis e precisos, mas ainda sujeitos aos erros e aos desgastes das engrenagens mecânicas.



Charles Soveral

Maturino destaca informação digital.

Para tornar este serviço mais preciso e confiável, com leituras bem mais rápidas e a distância, começaram a surgir no início deste novo século equipamentos que ganharam o reforço da informática com eletrônica embarcada. "Sem dúvida um grande avanço, que permitirá às empresas de saneamento, como o Dmae, terem acesso a uma informação exata, mais fácil de coletar e que tende a reduzir os custos da operação de leitura e controle dos ramais de consumo", explica Maturino Rabelo Júnior, coordenador de Micromedição do Dmae, área da empresa ligada à Gerência de Consumo e de Atendimento aos Clientes.

Rabelo Júnior, que trabalha no Dmae desde 1987, relata que nas últimas décadas, com o advento dos recursos informatizados, surgiram as novas tecnologias de medição. "São aparelhos que ainda não estão sendo usados em larga escala por se tratar de um investimento de alto custo na atualidade, mas já estamos processando informações para um grupo aproximado de três mil grandes clientes residenciais, comerciais, industriais e públicos que, juntos, respondem por cerca de 28% do volume de água medido ou cobrado pelo Dmae", completa o engenheiro. Na lista estão os *shoppings centers*, hospitais, grandes condomínios residenciais, grandes indústrias e órgãos públicos.

Na capital gaúcha existem 282 mil hidrômetros, a maioria, mecânicos. A tecnologia mais avançada, por enquanto, está restrita aos consumidores que ultrapassam o volume de 150 m³ por mês. "É para estes grandes consumidores que nossos equipamentos mais modernos estão sendo destinados no momento. Isto porque a tecnologia de telemetria, feita através de um equipamento instalado junto ao medidor de água, processa os dados de consumo e, diariamente, num horário determinado, nos passa por sinal de celular um pacote de dados que imediatamente atualiza uma tela em nosso sistema", explica ele.

Além de telemetria, existe outra tecnologia que vem proporcionando bons resultados para a leitura dos hidrômetros. Trata-se da medição por radiofrequência. Neste caso, é instalado no medidor um sensor que transmite informações através de sinal de rádio que são captadas por um coletor móvel dentro do raio de recepção destes sinais. "Esta tecnolo-

gia se aplica a grandes condomínios, onde é possível rapidamente fazer a leitura de todos os ramais, ou a locais de difícil acesso, como ocorre no Mercado Público, onde cada banca tem um hidrômetro que, muitas vezes, fica embaixo de um móvel, de um balcão ou de um equipamento. Isto dificultava muito o trabalho de leitura, e a radiofrequência é usada já há algum tempo e sempre com excelentes resultados". O Dmae calcula em 4 mil os hidrômetros de radiofrequência disponíveis na rede da cidade.

O coordenador da micromedição reporta um entrave que vem, além do custo, dificultando a ampla adoção destes novos sistemas de radiofrequência. Segundo Rabelo Júnior, os protocolos de comunicação destes equipamentos diferem de fabricante para fabricante e, infelizmente, não são códigos de domínio público. "As empresas responsáveis por estes novos sistemas são contratadas via licitação. Muitas vezes, os protocolos da empresa atual diferem daqueles da empresa que venceu a licitação anterior. Por esta razão, os contratos são feitos por áreas determinadas até que possamos num futuro próximo adotar um protocolo padrão e de codificação aberta", propõe.

Sobre a questão dos custos, Rabelo Júnior revela que na atualidade um medidor mecânico tem um valor de mercado aproximado de R\$ 50,00. Os que se utilizam de radiofrequência custam, em média, R\$ 250,00. Já os eletrônicos de ultrassom chegam a um preço médio de R\$ 500,00, dez vezes mais que o convencional mecânico.

Outro ponto importante que se apresenta como muito positivo na adoção destas novas tecnologias de medição pode-se afirmar que está na velocidade com que o gestor passa a acessar as informações de consumo. Conforme Rabelo Júnior, no portal de acesso as informações de telemetria pela internet é possível observar se há algum problema naquele hidrômetro, se o consumo está abaixo ou acima da média, e tudo isto quase em tempo real ou pelo menos com atualizações diárias. "Numa leitura convencional um problema, muitas vezes somente é detectado 30 dias depois, quando é feita a nova leitura de campo. No caso da telemetria, em dois dias de alertas do sistema já podemos constatar o que realmente está acontecendo. E o Dmae pode enviar uma equipe de campo para se certificar".



Equipamento usa transmissão via rádio.

Arquivo

Um museu para hidrômetros

O Museu do Hidrômetro da Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (Sabesp), localizado no bairro do Guarapiranga, na zona sul da capital paulista, é uma ótima fonte de informação sobre hidrômetros. Com entrada gratuita e visitas monitoradas, o espaço expõe desde o primeiro medidor de água, instalado em São Paulo em 1888, até o mais recente e moderno.

São cerca de 150 peças vindas de diferentes países, e os destaques estão com dois exemplares dos hidrômetros americanos Thomson Meterco e The Lambert – de 1890 e 1891, respectivamente – ambos

apropriados para a medição pelo princípio volumétrico. Isso significa que a leitura do consumo é feita a partir do volume de água acumulada em um compartimento do hidrômetro. Este princípio é utilizado até hoje em hidrômetros, mesmo com o uso das novas tecnologias.

Criado por funcionários da Companhia, o espaço também possibilita um passeio pelo Laboratório de Medidores, onde se testam novas tecnologias e realizam a recuperação dos aparelhos.

Além disso, durante a visita os participantes conhecem o funcionamento dos equipamentos e os problemas causados pelas fraudes que, inclusive, podem comprometer o abastecimento da população.

No Dmae também existe uma coleção de peças antigas e modernas que foram preservadas para fins educacionais.

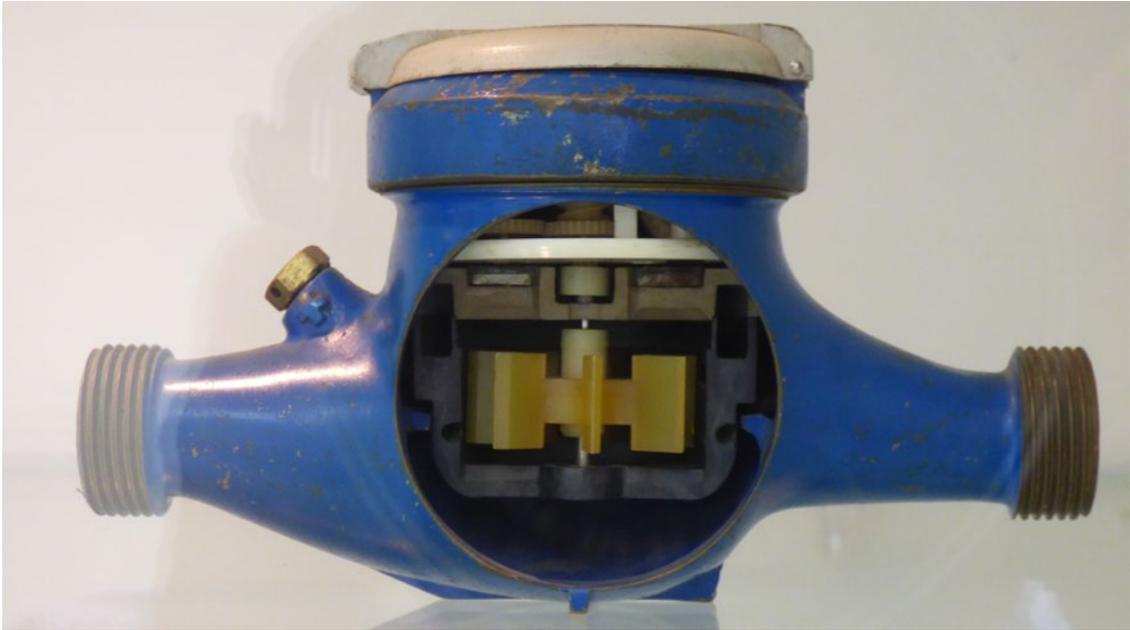


Exposição de modelos de hidrômetros do Dmae.

Hidrômetros na história

Conforme a Wikipedia, o registro mais antigo de um hidrômetro corresponde ao século 6 e sua in-

venção é atribuída à filósofa, astrônoma e matemática Hipátia. Os contadores modernos foram desenvolvidos por volta do século 19, com o domínio das técnicas metalúrgicas finas.



Arquivo

Hidrômetro analógico é a solução mais econômica.

Existem diversos tipos de hidrômetros

Volumétricos

No contador de água volumétrico não existe uma turbina e sim um êmbolo ou anel. É um recipiente que se enche com a entrada do líquido e transporta para a saída do medidor um determinado volume. O fenômeno de transporte dá-se pela diferença de pressão, que é maior na entrada do que na saída do aparelho. O êmbolo executa movimento circular em torno do próprio eixo, gerando os movimentos necessários para acionar o totalizador. A partir daí, o registro de volumes dá-se da mesma forma que nos demais contadores de água.

Monojato

É o contador de água taquimétrico, que tem a turbina acionada por um só jato de líquido. É também chamado de contador de água de jato único. Outra característica dos contadores de água deste tipo é que o jato de água incide diretamente na turbina, podendo os contadores de água ser afetados pelas impurezas retidas no filtro. Uma obstrução do mesmo pode provocar o aumento da velocidade da incidência do jato sobre a turbina alterando a precisão do aparelho.

Multijato

Nestes medidores, o mecanismo interno é acionado por vários jatos de água que incidem tangencialmente na turbina. Os jatos formam pares de forças – uma incide pela direita no sentido AB e outra incide pela esquerda no sentido BA – proporcionando perfeito equilíbrio à turbina, quando em rotação.

Úmidos e secos

O hidrômetro úmido é aquele em que todo o mecanismo interno está mergulhado no líquido medido. Tanto a turbina quanto os conjuntos de engrenagens e o totalizador trabalham completamente submersos.

Os contadores secos são os que têm placa separadora, assim chamada pela finalidade específica de separar o medidor em duas partes: uma molhada e outra seca.

Mecânicos

O contador de água mecânico é aquele em que os movimentos da turbina são transferidos mecanicamente ao conjunto de engrenagens que compõe o totalizador.

Magnéticos

Os contadores magnéticos são aqueles em que a transmissão dos movimentos da turbina dá-se através de um par de ímãs, posicionado acima e abaixo da placa separadora.



Joel Vargas | PMPA

Focos de lixo são um grande problema para a manutenção da limpeza urbana

Plano Municipal de Resíduos de Porto Alegre é revisado

Por **Maria Inês Melo**

Jornalista, assessora de imprensa do DMLU

Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define como um dos instrumentos para a própria implementação a existência de planos de resíduos sólidos, indispensáveis inclusive para que os municípios possam acessar os recursos disponibilizados pela União. Para atender essa exigência, Porto Alegre criou, em 2013, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), que se destaca por ser concebido essencialmente por técnicos do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), de modo pioneiro dentre as capitais do país.

O plano contém as diretrizes e o planejamento re-

lativo ao gerenciamento dos resíduos sólidos da cidade, com a identificação de todas as partes envolvidas e as respectivas responsabilidades, bem como as consequências do não cumprimento das normas ali contidas. Após cinco anos de vigência, o PMGIRS da Capital está em fase de atualização pela Prefeitura.

A versão original contempla requisitos descritos em cinco eixos, considerados fundamentais pela Lei 12.305/2010. São eles: geração de resíduos; coleta e transporte; tratamento e disposição final; qualificação do ambiente urbano e sistemas de gestão e estratégia.

No eixo Geração dos Resíduos, são englobados desde a produção dos resíduos até o descarte, observan-

do-se a correta segregação na origem e os conceitos dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Em Coleta e Transporte são tratados o acondicionamento dos resíduos, a partir do serviço de recolhimento na origem, até aspectos logísticos relativos à destinação ou à disposição final. O eixo Tratamento e Disposição Final reúne as ações referentes ao aproveitamento mássico ou energético dos resíduos gerados, para que, efetivamente, só os rejeitos sejam dispostos em aterro.

A Qualificação do Ambiente Urbano compreende os serviços que objetivam melhorar os espaços urbanos. Em função disso, além da variação das ruas, enquadram-se, por exemplo, a manutenção de monumentos e viadutos, a poda de árvores e a lavagem das calçadas. E por Sistemas de Gestão e Estratégia entende-se o planejamento das atividades que deverão ser realizadas para a eficiência do manejo dos resíduos sólidos, a fim de se atingir o objetivo de qualificação do ambiente urbano. Nesse sistema, são adotadas práticas científicas, em substituição ao empirismo e à improvisação, embora, desde 1990, o Departamento já venha adotando o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos.

De acordo com o diretor-geral do DMLU, Renê José Machado de Souza, o órgão tem buscado aprimorar as técnicas de gestão implantadas nas diversas áreas do Departamento, com o objetivo de aperfeiçoar e otimizar a execução dos serviços. "O resultado e a eficácia desse modelo serão percebidos a médio e longo prazos, proporcionando uma cidade mais limpa, saudável e agradável para toda a população", destaca Renê.

Desafios do plano

Nestes cinco anos de existência do plano, houve avanços na atividade desempenhada pelo Departamento, como, por exemplo, a consolidação das unidades de destino certo (Ecopontos) para o recebimento de materiais que não podem ser recolhidos pelas coletas domiciliar e seletiva, a realização do Projeto Bota-fora para cerca de 200 comunidades de baixo poder aquisitivo se desfazerem de móveis e eletrodomésticos danificados e restos de materiais de construção, sem custo algum, enfim, ações que vão ao encontro dos objetivos de qualificação da limpeza urbana.

Entretanto, os desafios são ainda muito grandes para uma capital de quase 1,5 milhões de habitantes, conforme esclarece o coordenador do grupo de trabalho de revisão do plano, engenheiro do DMLU Geraldo Antônio Reichert: "Na área específica de limpeza urbana, o descarte irregular de resíduos é um grave problema que precisa ser solucionado e, para isso, é fundamental a educação ambiental". O Departamento gasta cerca de 1,3 milhão de reais por mês para recolher os focos de lixo em locais inadequados, como terrenos baldios e vias públicas.

Reduzir o envio de resíduos para aterro é outra dificuldade que precisa ser enfrentada pelo Departamento, até mesmo em cumprimento a uma das exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos, conforme explica Geraldo: "A cidade precisa dar um salto de qualidade por meio de uma maior separação dos resíduos, a fim de se aumentar a quantidade de materiais a serem descartados na coleta seletiva e, conseqüentemente, nas unidades de triagem de recicláveis".

O engenheiro pondera que a capital gaúcha é a cidade que mais recicla no país, e ainda assim um grande volume de materiais aproveitáveis (em torno de 95%) continua sendo disposto em aterro sanitário em vez de ser encaminhado para a reciclagem. Ele cita também os resíduos orgânicos domiciliares, que poderiam ser compostados e, no entanto, também vão para o aterro. "A Unidade de Triagem e Compostagem do DMLU tem recebido 50 toneladas diárias de resíduos arbóreos, mas tem capacidade para reaproveitar muito mais do que isso."



Joel Vargas / PMPA

Ampliar o reaproveitamento de resíduos é um dos desafios do DMLU

Mudanças no modo de consumo

Todas essas considerações, porém, devem ser observadas não somente pelo Poder Público, mas também pela sociedade em geral, segundo Geraldo. É o conceito de responsabilidade compartilhada, em que a administração municipal tem o seu papel de gerenciar o manejo dos resíduos de forma correta, ambientalmente, e a população deve contribuir fazendo a separação dos resíduos e destiná-los às coletas regulares. Ainda neste sentido, é necessário e urgente que se aja para reduzir o consumo de produtos, buscando comprar bens que possam retornar ao ciclo produtivo, na chamada Economia Circular, a qual objetiva estabelecer políticas de desenvolvimento sustentável, com a geração do mínimo possível de resíduos, a fim de se diminuir a extração de matérias-primas esgotáveis.

A coordenadora de Resíduos Sólidos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e da Sustentabilidade de Porto Alegre, Rosele Neetzow, concorda que a revisão do Plano Municipal deve avançar com foco na não geração, na minimização, na reutilização e reciclagem dos resíduos. Para isso, segundo ela, deverá ser incentivada a segregação dos resíduos na fonte, nas frações orgânica, reciclável e rejeito, de forma a incrementar o reaproveitamento dos materiais. "A implementação efetiva da logística reversa pelos diversos setores, o uso de ferramentas de monitoramento e o avanço nas legislações tributárias para a reciclagem deverão estimular a instalação de empresas que transformem os materiais, gerando novos produtos, trabalho e renda para a sociedade gaúcha", acrescenta Rosele.

O papel da educação ambiental no plano

O desenvolvimento de ações de educação ambiental relativas aos resíduos sólidos e à limpeza urbana tem sido prioridade no DMLU. Entretanto, para que os procedimentos educativos tenham efetividade e resultados esperados, devem sempre partir de diagnósticos muito próximos da realidade, segundo a socióloga do Departamento, Gisane Gomes. Assim, verificar, identificar e descrever as particularidades da população e do seu entorno, as condicionantes e variáveis dos processos, as especificidades culturais, sociais e políticas, as características e vocações econômicas e as conjunturas do momento são a melhor forma e metodologia para se estabelecer eficiência e eficácia do trabalho realizado na área de educação ambiental.

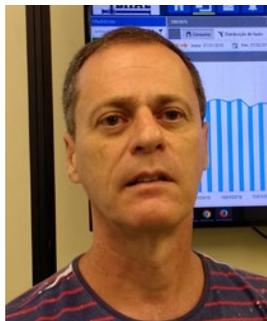
Conforme esclarece Gisane, "a dificuldade em ler a realidade das ações, em estabelecer indicadores objetivos também complexifica as avaliações dos resultados obtidos". De acordo com ela, a educação ambiental alimenta e é alimentada pela prestação dos serviços e sua efetividade: "Ninguém questiona a importância de educar uma população para a preservação do ambiente, a cidadania e sustentabilidade socioambientais, mas, muitas vezes, é mais fácil generalizar a estrutura, atribuindo culpa a não efetividade dos métodos educativos. Isso leva ao questionamento de que as atividades operacionais devem ser condizentes com os padrões de excelência dos serviços, considerando ações efetivas que eduquem a população para corresponder a eles."

Nesse sentido, de acordo com Gisane, os processos educativos sempre devem ter três etapas de realização: conhecimento, conscientização e mudança. Com esse entendimento, o plano tem que estar baseado em um diagnóstico fiel à situação real, considerando toda a sua complexidade e ações efetivas de educação ambiental, que promovam mudanças em concepções, atitudes, pensamentos e comportamentos.



Betina Caruchinski | PMPA

Coleta automatizada de resíduos orgânicos busca facilitar o descarte em qualquer horário



Política do uso de novas tecnologias em empresas de saneamento

O uso de novas tecnologias nas áreas de micromedição e de leitura representa um grande avanço para as empresas de saneamento. A tecnologia hoje disponível possibilita um aumento na qualidade das atividades relacionadas à análise do desempenho dos hidrômetros instalados, resultando em maior confiabilidade nos registros de consumo realizados por estes aparelhos. A telemetria permite a identificação imediata de qualquer anomalia no padrão de consumo do usuário, constituindo-se em uma ferramenta de grande importância para a tomada de decisão por parte do gestor. Como as informações coletadas pelo equipamento instalado junto ao hidrômetro são transmitidas diariamente pela internet e devidamente processadas por um sistema desenvolvido para tratar os dados armazenados, diversos tipos de alarmes e de relatórios podem ser gerados, agilizando a correção de problemas. Por exemplo, perdas por submedição, ou por fraude no hidrômetro, podem ser detectadas e corrigidas em menor período de tempo, evitando prejuízos na arrecadação da empresa de saneamento. A constatação da existência de vazamentos na instalação predial é outra vantagem obtida pelo sistema de telemetria, pois o histórico de dados acumulados facilita a identificação de qualquer anomalia no comportamento dos consumos de um imóvel, podendo gerar alertas indicando

a necessidade de verificação na rede hidráulica, alertas estes que podem ser encaminhados automaticamente para o responsável pelo imóvel, desde que esta opção esteja habilitada. Outro fator importante a considerar na opção pelo emprego de novas tecnologias é a facilidade na obtenção dos dados de leitura e de consumo sem a necessidade de acesso até o local em que os hidrômetros estão instalados. Por medida de segurança, muitos usuários acabam instalando grades ou construindo muros no alinhamento predial de seu imóvel, situação que dificulta a realização das leituras mensais pelo método tradicional (leitura manual). A implantação de novas tecnologias nas áreas mencionadas tem, entre seus aspectos positivos, a melhoria da imagem da empresa de saneamento, o aumento da credibilidade no processamento da conta de água, a agilização das rotinas de trabalho, a redução da perda de faturamento, além da possibilidade de acompanhamento diário dos dados de consumo por parte do usuário, via internet. Esta tecnologia já está sendo utilizada pelo Dmae em ramais prediais pertencentes a grandes consumidores (condomínios, indústrias, *shopping centers*, hospitais, clubes de futebol, repartições públicas estaduais e federais), e os resultados obtidos até agora comprovam que estamos no caminho certo.

Marco Antônio Webster Rocha

Engenheiro civil (PUC-RS), pós-graduado em Saneamento Básico (Unisinos). Atualmente exerce a função de gerente de gestão de consumo do Dmae.



Prefeitura de
Porto Alegre

dmae.rs.gov.br

☎ 156 opção 2

**TRATAR
BEM
É NOSSO
DIA A DIA.**

comunicaçãodmae

56 anos de excelência
no atendimento ao público
e no tratamento de água
e esgoto em Porto Alegre.

DMAE

ECOS. Técnica

Encarte nº 10 ▪ Março de 2018



Apresentação

No presente encarte o Departamento Municipal de Água e Esgotos apresenta dois trabalhos de servidores da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto, os quais demonstram o esforço e dedicação da equipe responsável pelo gerenciamento, planejamento, controle e execução das atividades estratégicas e operacionais relativas aos serviços de operação das estações de tratamento de esgoto, monitoramento dos recursos hídricos e atividades de gestão ambiental.

O primeiro trabalho denominado de "Avaliação da qualidade da água do lago Guaíba após a implantação da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Serraria, Porto Alegre, RS" analisou as melhorias da qualidade água superficial do lago Guaíba após o início da operação da ETE Serraria através de consulta ao monitoramento de oito pontos de amostragem, avaliando os parâmetros Escherichia Coli – ECOLI, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Nitrogênio Amoniacal – NH3 e Fósforo total – PTOT com monitoramentos realizados pelo próprio Dmae.

Já o segundo trabalho intitulado "Busca de alternativas tecnológicas para redução de volume e tratamento para os lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos de Porto Alegre" apresenta o estudo realizado pelos técnicos do Departamento testando alternativas que reduzam o volume de lodos e facilitem a logística de transporte e disposição dos resíduos gerados de forma responsável ambientalmente e menos onerosa.

Esses trabalhos apresentam informações importantes a respeito das melhorias que o Dmae vem implantando para qualificar o processo de tratamento de esgotos.



**Prefeitura de
Porto Alegre**

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Departamento Municipal de Água e Esgotos
Supervisão de Comunicação Social

Coordenação da Unidade de Comunicação Social
Aline Antunes Coelho

Edição
Maria de Lourdes da Cunha Wolff (Mtb 6.535)

Foto da Capa
Carlos Alberto Farias

Impressão
Oficinas Litográficas do Dmae

Tiragem
500 exemplares

ECOS Técnica

ECOS Técnica é uma publicação quadrimestral, encartada na Revista ECOS, ano 24, março de 2018, do Departamento Municipal de Água e Esgotos, dedicada à divulgação de trabalhos técnicos realizados pelos funcionários do Dmae na área de saneamento ambiental e recursos hídricos. ISSN 0104-5261

Comissão Editorial da ECOS Técnica

Titulares

Anelise Sampaio dos Santos (DA)
Elisete Silva dos Santos (DD)
Flávio da Cunha Machado (DO)
Rodrigo da Rocha Andrade (DT)
Maria Aparecida da Rosa Lopes (DC)
Maria de Lourdes da Cunha Wolff (UCS)
Nádia Maria Lorini (coordenação) (UNI)

Correspondência Encarte Técnico

UNI – Universidade Corporativa do Dmae
Rua 24 de Outubro, nº 200
E-mail: aprendizagem@dmae.prefpoa.com.br





3

Apresentação

7

Avaliação da qualidade da água do lago Guaíba após a implantação da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Serraria, Porto Alegre, RS



17

Busca de alternativas tecnológicas para redução de volume e tratamento para os lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos de Porto Alegre



24

IT 319 – instruções para apresentação de artigos técnicos e destaques fotográficos na Ecos Técnica



Avaliação da qualidade da água do lago Guaíba após a implantação da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Serraria, Porto Alegre, RS

Carlos Fabiano Alteneta Garss¹
Rodrigo da Rocha Andrade²

Resumo

O presente estudo teve por objetivo analisar a possível melhoria da qualidade água superficial do lago Guaíba após o início da operação da ETE Serraria através de consulta ao monitoramento de oito pontos de amostragem, avaliando os parâmetros *Escherichia Coli* - ECOLI, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Nitrogênio Amoniacal - NH₃ e Fósforo total - PTOT. Os monitoramentos foram realizados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto – Dmae de Porto Alegre/RS. Seis pontos estão localizados à jusante do antigo ponto de lançamento de esgotos da Ponta da Cadeia, interrompido com a implantação do Sistema de Esgotos Sanitários – SES Ponta da Cadeia e respectiva ETE em estudo. Dois pontos encontram-se à montante do antigo lançamento e foram considerados como fora da área de influência direta - AID do empreendimento. O período analisado foi dividido em duas fases: janeiro de 2010 a março de 2014, antes do início da operação da ETE (a) e abril de 2014 a julho de 2017, depois do início da operação da ETE (d). A análise e interpretação dos dados considerados mostraram diminuição nos valores médios dos parâmetros e consequente melhoria da qualidade da água nos pontos localizados na AID depois do início da operação da ETE. As inferências estatísticas para os parâmetros nas fases (a) e (d) confirmaram melhorias significativas no ponto 50, no canal de navegação, e nos pontos 41B e 45E, margem esquerda, captações de água do Menino Deus e da Tristeza respectivamente.

Palavras-chave: saneamento, esgotos, impactos ambientais, recursos hídricos.

¹ Químico, Líder da Equipe de Licenciamento Ambiental, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

² Biólogo, Assistente Técnico I, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

Introdução

No início do século XX, a comunidade científica considerava o lançamento de esgoto cloacal no curso de corpos d'água como um benefício para a produtividade biológica desses ecossistemas aquáticos. Evidentemente, no local do lançamento as águas eram fortemente poluídas, mas à medida que o esgoto ia sendo digerido e diluído, a carga de nutrientes mostrava-se um excelente "adubo" (KLEEREKOPER, 1990).

Hoje, o lançamento de esgoto *in natura* é considerado um crime ambiental, trazendo consequências danosas ao meio ambiente e comprometendo sua qualidade para diferentes usos. Esses lançamentos podem promover um aumento de matéria orgânica nas águas, cuja decomposição se faz com o consumo de uma elevada quantidade de oxigênio dissolvido, prejudicando, assim, a sobrevivência de organismos aquáticos que dele necessitam. Além disso, nos esgotos não coletados e direcionados para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) podem ser encontradas bactérias patogênicas (transmissoras de doenças), produtos químicos nocivos (por exemplo: agrotóxicos, produtos não biodegradáveis, metais pesados, dentre outros). E, ainda, esgotos e efluentes domésticos e industriais podem alterar a temperatura das águas, afetando o consumo de oxigênio por organismos aquáticos.

Ao longo dos anos uma série de políticas públicas e mecanismos regulatórios legais foram criados para garantir, não apenas a preservação de recursos naturais, principalmente a água – aqui entendida como um recurso natural finito, dotado de valor econômico (recurso hídrico) – como também, buscar a recuperação de ambientes aquáticos impactados através de ações de saneamento e buscar o planejamento desse recurso para diferentes usos da sociedade no tempo e no espaço.

Num cenário de pouco planejamento e destinação de recursos para saneamento até o início do século XXI, o Brasil experimentou a criação do seu marco regulatório do saneamento básico no ano de 2007 através da Lei Federal 11.445. Além de corroborar a titularidade dos municípios garantida

na Constituição Federal de 1988, a lei tem por uma de suas diretrizes a universalização do saneamento e como um dos seus instrumentos o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB.

No município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, a concessão para prestar serviços de saneamento básico pertence ao Departamento Municipal de Água e Esgotos – Dmae, autarquia da Prefeitura Municipal. A fim de atender às diretrizes da Lei Federal 11.445/2007, o Dmae participou da elaboração e da organização do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMPA, 2015) que, entre outros objetivos, tem por meta universalizar a coleta, a condução e o tratamento de esgotos domésticos do município de Porto Alegre/RS.

A ETE Serraria foi projetada para atender aos Sistemas de Esgotos Sanitários – SES Ponta da Cadeia, Cavalhada, Zona Sul e Salso. Com a reforma da Estação de Bombeamento de Esgotos – EBE Ponta da Cadeia, os esgotos da mesma bacia deixaram de ser lançados no lago Guaíba e passaram a ser conduzidos à ETE Serraria a partir de março de 2014 por meio de emissários (terrestres e subaquáticos) e sistemas de recalque (EBEs). No PMSB, o lago Guaíba permanece sendo o principal manancial de abastecimento de água para consumo humano.

Também em 2015, através da consolidação das políticas nacional e estadual de recursos hídricos, foi homologado o plano de bacia pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do lago Guaíba (ECOPLAN, 2016). Com isso, buscar a universalização, não apenas garante melhoria da qualidade de vida à população de Porto Alegre, como também garante melhoria da qualidade da água do lago Guaíba ao longo dos anos.

O Lago Guaíba é fonte de abastecimento público para uma população de 1,5 milhão de habitantes. Outros usos da água são a recreação de contato primário, nos balneários do Belém Novo, do Lami e de Itapuã, a pesca, a irrigação e a navegação. O Guaíba é muito valorizado pela comunidade por ser fonte de lazer e turismo e por proporcionar harmonia paisagística à população de entorno. Apesar da sua importância, o manancial recebe elevada carga de resíduos domésticos e industriais dos municípios da bacia diariamente, o que vem

comprometendo a qualidade das suas águas. Monitorar a qualidade da água do lago Guaíba permanece sendo de suma importância na avaliação dos avanços do PMSB e do Plano de Bacia.

O presente estudo teve por objetivo analisar a possível melhoria da qualidade água superficial do lago Guaíba depois do início da operação da ETE Serraria pelo Dmae de Porto Alegre/RS a partir do mês de abril de 2014, quando deixaram de ser lançados esgotos na Ponta da Cadeia.

Metodologia

O lago Guaíba apresenta uma área de 470 km², numa extensão de 50 km de comprimento e largura variável entre 900 m e 19 km. Armazena um volume aproximado de 1,5 bilhão de metros cúbicos de água, localiza-se entre 29°55' e 30°24' de latitude Sul e entre 51°01' e 51°20' de longitude Oeste. No lago deságuam os rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí, cujas áreas de drenagem somadas são iguais a 82.439 km², ocupando aproximadamente 1/3 da área do Estado (Andrade & Giroldo, 2014).

Para avaliação da qualidade das águas do Guaíba foram selecionados oito pontos de coleta, cuja

distribuição espacial pode ser verificada na **Figura 1**. O **Quadro 1** apresenta a descrição dos pontos com as respectivas coordenadas geográficas. As coletas compreenderam o período de janeiro de 2010 a julho de 2017, com frequências mensais nos pontos de captação (86A, 36, 41B, 45E, 47-8D) e trimestrais nos demais pontos (38, 50, 60). Seis pontos estão localizados à jusante do antigo ponto de lançamento de esgotos da Ponta da Cadeia, interrompido com a implantação do Sistema de Esgotos Sanitários – SES Ponta da Cadeia e respectiva ETE em estudo. Dois pontos encontram-se à montante do antigo lançamento e foram considerados como fora da área de influência direta – AID do empreendimento (86A, 36). O período analisado foi dividido em duas fases: janeiro de 2010 a março de 2014, antes do início da operação da ETE (a) e abril de 2014 a julho de 2017, depois do início da operação da ETE (d). As amostras de água foram coletadas em embarcação de pequeno porte, com bomba de sucção, e mantidas refrigeradas até o momento da análise. Para a determinação das características físico-químicas e bacteriológicas utilizaram-se os ensaios de *Escherichia Coli* – ECOLI em NMP/100ml, n = 503, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO em mgO₂/l, n = 465, Nitrogênio Amomiacal – NH₃ em mgN/l, n = 470, e Fósforo Total – PTOT em mgP/l, n = 464 (APHA, 1998; USEPA, 1986; ABNT, 1992), totalizando 1.902 resultados, sendo 1.260 entre o período de janeiro de 2010 e março de 2014 e 642 resultados entre o período de abril de 2014 e julho de 2017.

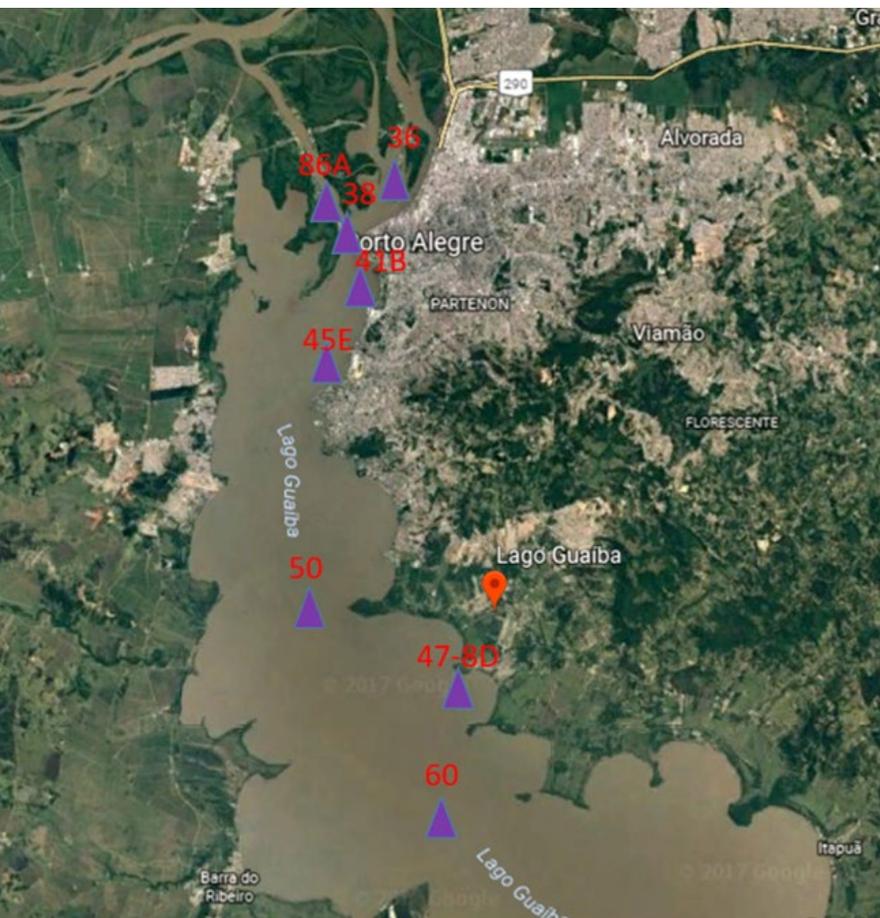


Figura 1. Localização dos oito pontos de monitoramento do Dmae no lago Guaíba, RS.

Ponto	Descrição	Coordenadas Geográficas
36	Delta do Jacuí, Canal dos Navegantes, ponto de captação de água bruta das ETAs Moinhos de Vento e São João, a 50m da margem esquerda, no local demarcado na doca 7 do cais do Porto Marcílio Dias.	30° 00' 52" S 51° 12' 54" O
38	Lago Guaíba, Canal de navegação, em frente à Ponta da Cadeia, a 700m da margem.	30° 02' 16" S 51° 14' 48" O
41B	Lago Guaíba, margem esquerda, ponto de captação da ETA José Loureiro da Silva, a 50m da margem.	30° 03' 32" S 51° 14' 10" O
45E	Lago Guaíba, margem esquerda, ponto de captação da ETA Tristeza, junto a boia de demarcação.	30° 05' 32" S 51° 15' 25" O
47-8D	Lago Guaíba, margem esquerda, ponto de captação da ETA Belém Novo, junto a boia de demarcação.	30° 13' 02" S 51° 12' 00" O
50	Lago Guaíba, Canal de navegação, no alinhamento da Ponta Grossa com as pequenas Ilhas Baleias, entre a boia de luz nº6 e boia cega nº3.	30° 11' 18" S 51° 16' 11" O
60	Lago Guaíba, Canal de navegação, entre Ilha Francisco Manoel e a Ponta do Salgado.	30° 16' 23" S 51° 10' 39" O
86A	Lago Guaíba, Delta do Jacuí, junto à captação da ETA Ilha da Pintada	30° 00' 47" S 51° 15' 32" O

Quadro 1. Codificação, descrição e coordenadas geográficas dos oito pontos de monitoramento do Dmae no lago Guaíba, RS.

Foram providenciadas estatísticas descritivas para os parâmetros nos pontos antes (a) e depois (d) do início da operação da ETE Serraria. Para as estatísticas de *Escherichia coli*, os dados foram previamente *log*-transformados. Percentuais de diminuição depois do início da operação da ETE foram calculados para os parâmetros nos pontos à jusante do lançamento da Ponta da Cadeia.

Teste não paramétrico de *Mann-Whitney* – MW para amostras de tamanhos diferentes (generalização não pareada ao teste da soma de postos de *Wilcoxon*) foi proposto para testar/inferir igualdade de **medianas** dos parâmetros considerados nas fases (a) e (d).

A fim de obter resumo da informação para o grande número de resultados, matriz com médias dos parâmetros, previamente padronizadas (escore z) foi providenciada para análise de componentes

principais – ACP. Os testes de MW e a ACP foram produzidos pelo programa estatístico PAST – *Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis* (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados e discussão

Apesar do curto período transcorrido do monitoramento e o consequente número reduzido de amostragens depois do comissionamento da ETE Serraria em relação ao período anterior, os resultados sugerem que houve diminuição nos valores médios de ECOLI, DBO, NH₃ e PTOT nos pontos à jusante do antigo lançamento da Ponta da Cadeia, sob a influência do empreendimento (38, 41B, 45E, 47-8D, 50 e 60), conforme apresentado na **Figura 2** e **Tabela 1**.

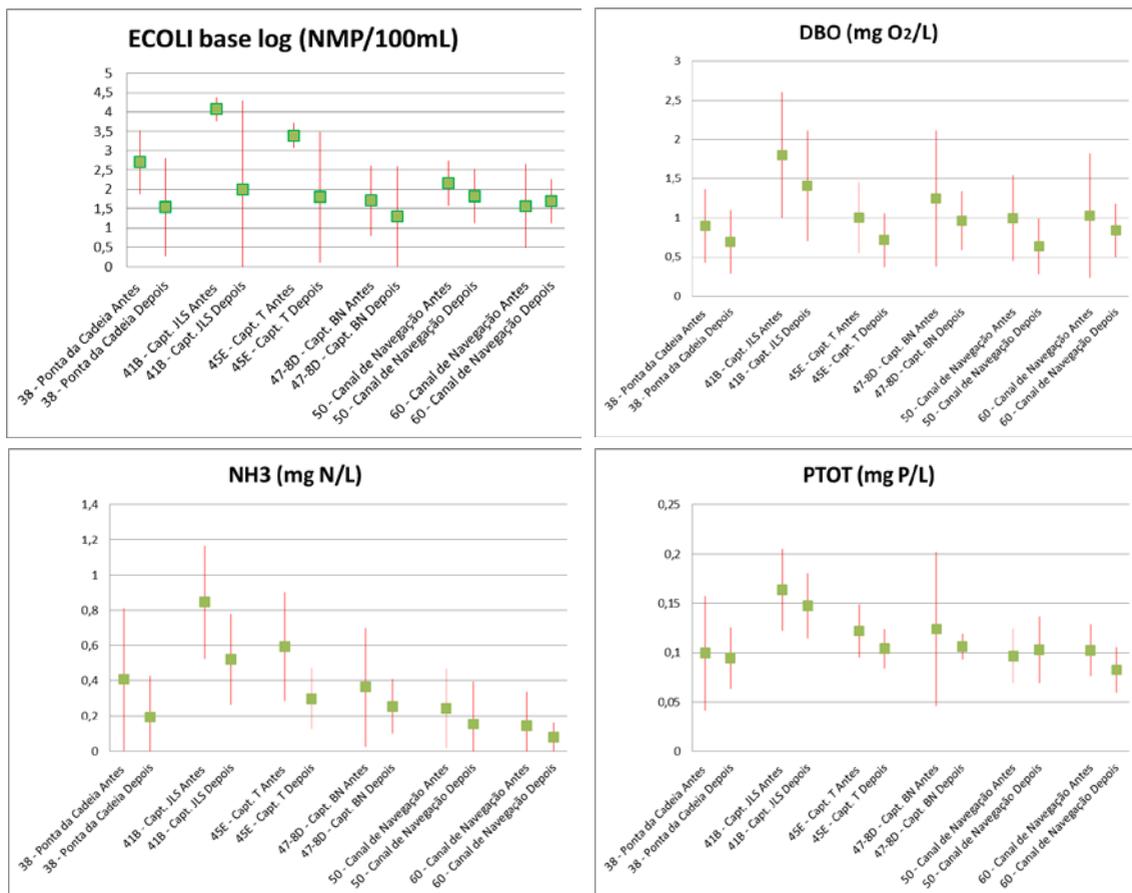


Figura 2. Médias dos parâmetros Escherichia Coli - ECOLI, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Nitrogênio Amoniacal - NH₃ e Fósforo Total - PTOT nos pontos à jusante do lançamento da Ponta da Cadeia, antes e depois do comissionamento da ETE Serraria.

Tabela 1. Porcentual de diminuição nos parâmetros Escherichia coli, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Amoniacal (NH₃) e Fósforo Total (PTOT) dos pontos 38, 41B, 45E, 47-8D, 50 e 60.

Ponto	DBO	ECOLI	NH ₃	PTOT
36	-0,8	-0,3	47,5	12,0
86A	21,9	4,9	34,1	19,4
38	22,7	14,7	52,6	4,8
50	36,3	17,2	36,2	-6,3
60	18,5	5,6	45,9	19,3
41B	21,7	11,3	40,3	9,7
45E	28,5	12,2	52,2	14,5
47-8D	22,6	-20,7	33,0	14,4
Média Geral	21,4	5,6	42,7	11,0
Média AID	25,0	6,8	43,4	9,4

Conforme apresentado na **Tabela 1**, em geral os pontos à jusante da Ponta da Cadeia apresentaram uma diminuição média de 25% no parâmetro DBO, sendo que o ponto 50 apresentou uma diminuição de 36,3%. O ponto 50, no canal de navegação, a melhoria para o parâmetro ECOLI foi de 17,2%. Por sua vez, o ponto 38, antigo ponto de lançamento da EBE Ponta da Cadeia, apresentou uma diminuição média de 52,6% no parâmetro NH₃. No ponto 60 houve uma diminuição de 19,3% no parâmetro PTOT. Com exceção de PTOT, os demais parâmetros apresentaram melhor média na AID em relação à média geral. Para o parâmetro ECOLI, o ponto 47-8D apresentou média levemente superior após o

início da operação da ETE Serraria. No entanto, essa média foi influenciada por resultados elevado ocorridos no mês de setembro de 2015 (2,9 logs NMP/100ml), quando o volume de chuvas esteve acima da média dos últimos 30 anos (Figura 4). De qualquer forma, a amplitude de variação dos resultados de ECOLI depois da operação da ETE Serraria praticamente se sobrepôs à amplitude dos valores da fase anterior naquele ponto (Figura 2).

Os resultados estatísticos apresentados na **Tabela 2** indicaram diminuição significativa dos parâmetros 1 - DBO, 2 - ECOLI, 3 - NH₃ e 4 - PTOT nos respectivos grupos de pontos: 1 - 50, 41B e 45E, 2 - 50, 41B e 45E, 3 - 36, 41B e 45E e 4 - 45E

Tabela 2. Estatísticas da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Escherichia coli – ECOLI, Amônia – NH₃ e Fósforo Total – PTOT antes (jul-2010 a mar-2014) e depois (abr-2014 a jul-2017) da implantação da ETE Serraria/SES Ponta da Cadeia, Lago Guaíba/RS; * medianas significativamente diferentes (p<0,05, teste de MW).

Parâmetro (unidade)	36		86A		38		50		60		41B		45E		47-8D		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
DBO (mgO ₂ /L)	N	46	27	46	12	14	25	32	27	31	12	46	27	46	15	47	12
	Mín.	0,3	0,7	0	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
	Máx.	3,3	3	3,4	1,3	1,8	1,9	2,2	1,4	3,4	1,4	4,3	3,6	2,5	1,5	3,3	1,5
	Média	1,47	1,49	0,81	0,63	0,90	0,70	1,00	0,64	1,03	0,84	1,80	1,41	1,01	0,72	1,25	0,97
	DP	0,63	0,54	0,61	0,28	0,47	0,40	0,55	0,35	0,79	0,34	0,80	0,70	0,45	0,34	0,86	0,37
	Mediana	1,40	1,40	0,60	0,60	<u>0,85</u>	<u>0,50</u>	<u>0,9*</u>	<u>0,5*</u>	0,90	0,90	<u>1,6*</u>	<u>1,2*</u>	<u>0,95*</u>	<u>0,6*</u>	1,00	1,00
ECOLI (log NMP/100mL)	N	47	41	47	13	16	25	32	29	32	12	47	35	48	16	49	14
	Mín.	3,255	3,041	1,255	1,869	1,415	1,322	1,079	0,000	0,000	0,000	3,041	2,799	2,491	2,000	0,000	1,477
	Máx.	4,447	4,519	3,462	3,415	4,740	3,380	3,255	2,663	3,301	2,362	4,740	4,556	4,000	4,415	3,301	2,699
	Média	3,800	3,810	2,390	2,274	2,845	2,426	2,228	1,844	1,650	1,557	4,081	3,618	3,400	2,984	1,839	2,219
	DP	0,287	0,305	0,497	0,402	0,903	0,645	0,570	0,649	1,058	0,662	0,331	0,357	0,309	0,607	0,941	0,392
	Mediana	3,806	3,875	2,415	2,279	<u>2,741</u>	<u>2,380</u>	<u>2,362*</u>	<u>2,041*</u>	<u>1,936</u>	<u>1,572</u>	<u>4,114*</u>	<u>3,580*</u>	<u>3,380*</u>	<u>3,000*</u>	1,949	2,263
NH ₃ (mgN/L)	N	53	28	47	12	15	24	32	23	32	10	47	27	47	12	49	12
	Mín.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,150	0,110	0,000	0,000
	Máx.	3,290	1,380	0,510	0,150	1,520	0,800	0,770	1,100	0,720	0,250	1,900	1,140	1,380	0,800	1,270	0,540
	Média	0,968	0,508	0,077	0,051	0,409	0,194	0,245	0,156	0,146	0,079	0,875	0,522	0,624	0,298	0,381	0,255
	DP	0,552	0,368	0,112	0,049	0,404	0,234	0,224	0,239	0,190	0,082	0,305	0,257	0,314	0,173	0,328	0,153
	Mediana	<u>0,970*</u>	<u>0,400*</u>	0,025	0,050	<u>0,310</u>	<u>0,130</u>	<u>0,190</u>	<u>0,110</u>	<u>0,100</u>	<u>0,060</u>	<u>0,850*</u>	<u>0,470*</u>	<u>0,600*</u>	<u>0,260*</u>	<u>0,370</u>	<u>0,230</u>
PTOT (mgP/L)	N	45	27	46	12	15	23	31	24	32	11	46	27	48	15	49	13
	Mín.	0,010	0,090	0,005	0,039	0,030	0,050	0,050	0,056	0,060	0,046	0,060	0,087	0,070	0,080	0,010	0,086
	Máx.	0,390	0,230	0,630	0,141	0,260	0,170	0,160	0,200	0,170	0,120	0,260	0,210	0,190	0,138	0,590	0,130
	Média	0,165	0,145	0,085	0,068	0,099	0,095	0,097	0,103	0,102	0,083	0,164	0,148	0,122	0,104	0,124	0,106
	DP	0,068	0,039	0,092	0,027	0,058	0,031	0,028	0,034	0,026	0,023	0,041	0,033	0,027	0,020	0,078	0,013
	Mediana	0,150	0,132	0,067	0,062	0,080	0,088	0,090	0,093	<u>0,094</u>	<u>0,077</u>	<u>0,170</u>	<u>0,148</u>	<u>0,120*</u>	<u>0,101*</u>	<u>0,110</u>	<u>0,105</u>

Para o ponto 36 e 86A (**Figura 3**), captações da água bruta das ETAs Moinhos de Ventos e São João (36) e da ETA Francisco Lemos Pinto – Ilha da Pintada (86A), não foi constatada a diminuição significativa das médias dos parâmetros ana-

lisados. Esses pontos se localizam à montante do antigo lançamento da Ponta da Cadeia, não estando localizados na área de influência do respectivo Sistema de Esgotamento Sanitário – SES e da ETE Serraria.

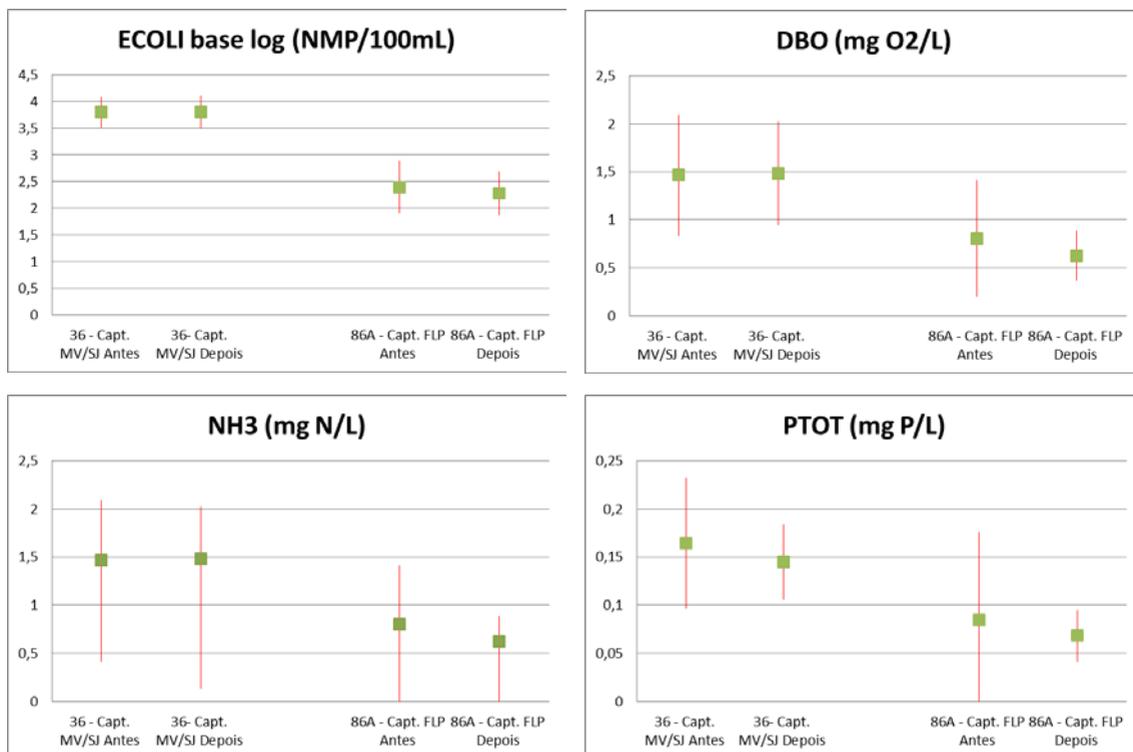


Figura 3. Médias dos parâmetros Escherichia Coli - ECOLI, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Nitrogênio Amoniacal - NH₃ e Fósforo Total – PTOT nos pontos à montante do lançamento da Ponta da Cadeia, antes e depois do comissionamento da ETE Serraria.

O diagrama da Análise de Componentes Principais – ACP (**Figura 4**) mostrou que as médias padronizadas para os parâmetros nos pontos antes (a) e depois (d) do início da operação da ETE Serraria distribuíram-se com mais de 80% de explicação (variação) no Eixo 1. De fato, todas as variáveis consideradas neste estudo só apresentaram correlações mais expressivas no primeiro eixo (**Tabela 3**).

O diagrama mostra um gradiente de maior poluição em direção ao lado positivo do Eixo 1 (primeiro componente principal) que corresponde à área produzida pelos pontos da área de influência direta antes do início da operação da ETE Serraria,

quando as médias dos parâmetros foram um pouco mais elevadas (autovetores de DBO, PTOT, NH₃ e ECOLI). Neste lado positivo do eixo 1, também observamos o posicionamento do ponto 36, mostrando sua condição de baixa qualidade da água independente da fase do estudo, (a) ou (d).

Ainda na **Figura 4**, observamos que a nuvem de pontos depois do início da operação da ETE Serraria posicionou-se num gradiente de menor poluição no lado negativo do Eixo 1 da ACP. Da mesma forma, observamos o posicionamento do ponto 86A, mostrando sua condição de melhor qualidade da água independente da fase do estudo, (a) ou (d).

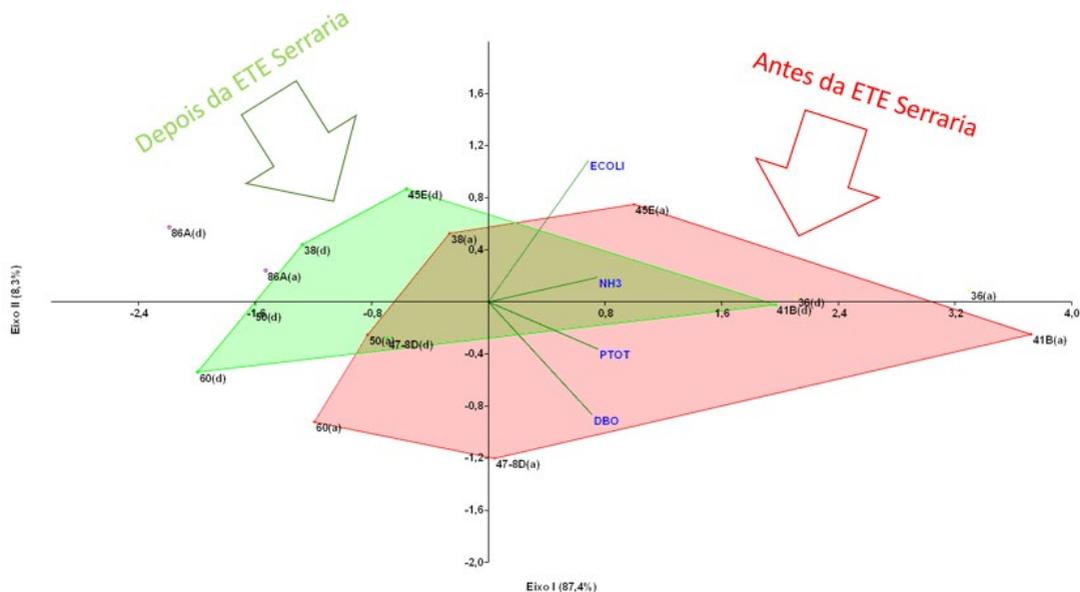


Figura 4. Diagrama da ACP para médias padronizadas com a distribuição dos vetores das variáveis e dos pontos de monitoramento no lago Guaíba antes (a) e depois (d) do início da operação da ETE Serraria.

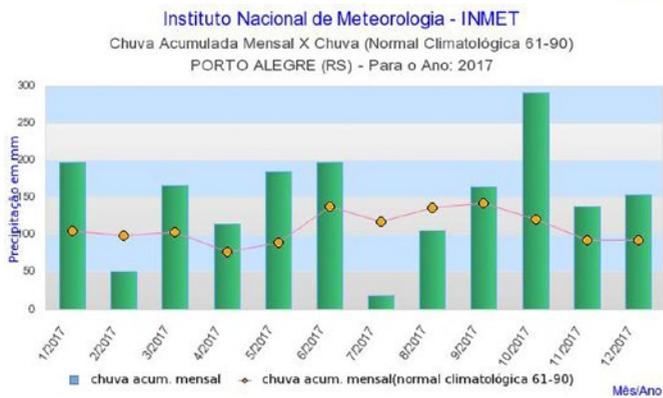
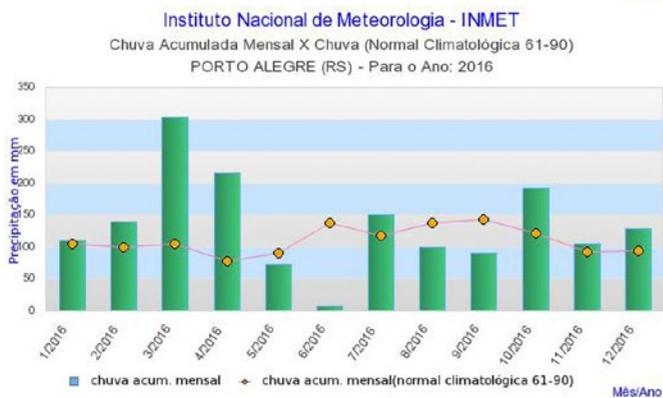
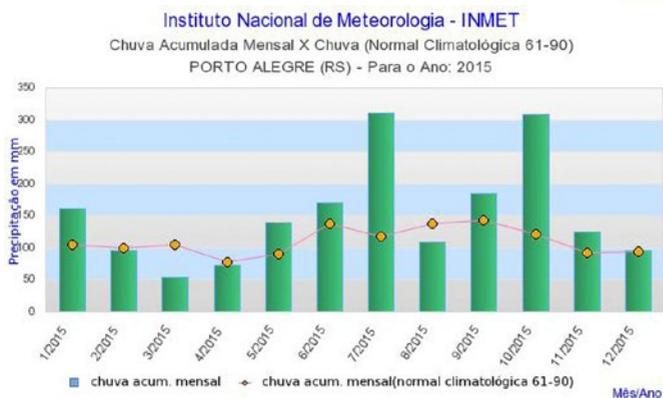
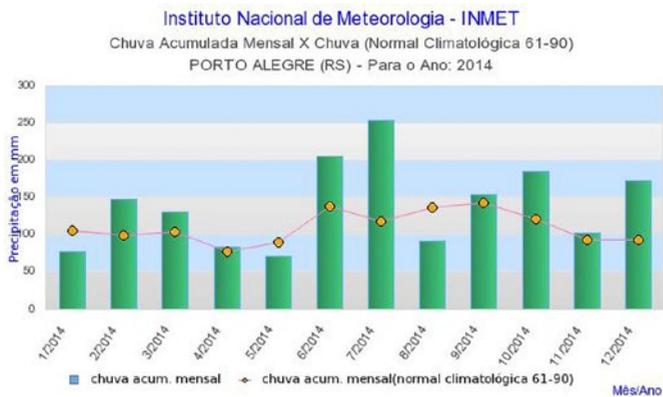
Tabela 3. Correlações de Pearson (r) dos parâmetros com os eixos I e II da ACP para médias padronizadas em pontos de monitoramento do lago Guaíba

Eixo (CP)	I	II
% Variação	87,4	8,3
DBO	-0,42203	-0,0969
ECOLI	-0,40877	-0,08963
NH3	-0,39812	0,040957
PTOT	-0,50975	0,001538

Sob a hipótese de que o regime hidrodinâmico tenha favorecido a melhor qualidade dos resultados depois do início da operação da ETE Serraria, tecemos discussão a seguir. Os valores médios mensais de chuva sugerem, de fato, elevação nos anos de 2014 a 2017 em alguns meses (**Figura 5**).

O aumento de *Escherichia coli* após períodos de chuvas em balneários do lago Guaíba pode ser uma constatação de que chuvas alteram as condições médias de qualidade da água do lago. Estudo realizado por Faria e Lerch (1999) mostrou pulsos de aumentos significativos de *Escherichia coli* após períodos de chuva na enseada de Ipanema.

Estudo realizado por Andrade (2009) mostrou correlação positiva e significativa entre nível da água, volume de chuvas, sólidos suspensos totais e fósforo total para série histórica de dados (1996-2006) do lago Guaíba no ponto de captação Menino Deus (ponto 41B). Mesmo sob condições médias mais elevadas de chuvas, os pontos sob influência do empreendimento apresentaram valores médios menores para os parâmetros considerados neste estudo nos pontos sobre influência direta quando comparados aos pontos 36 e 86A. Por que não houve melhoria da qualidade do ponto 36 nesses períodos de maior regime de



chuvas? Com isso, não se pode afirmar que médias superiores de chuva entre 2014 e 2017 tenham ocasionado efeito "diluidor" sobre alguns parâmetros considerados neste estudo para caracterizar a qualidade da água. Ao contrário, os estudos já citados mostram que maiores regimes de chuva contribuem para o arraste de poluentes que permanecem por mais tempo no lago. De fato, chuvas conferem maior competência no arraste de cargas de montante para o lago, onde o tempo de detenção hidráulica é imensamente maior que o dos rios formadores.

Figura 5. Chuva acumulada mensal x Média de Chuva (entre 1960 e 1990) nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, Porto Alegre, RS. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/porta/index.php?r=tempo/graficos>, acessado 29/08/2017.

Conclusão

O acompanhamento sistemático de pontos de monitoramento no lago Guaíba permitiu avaliar os impactos positivos dos investimentos e obras de saneamento, em especial na condução e tratamento de esgotos efetuados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto - Dmae, sobre a melhoria da qualidade da água no principal manancial de abastecimento de Porto Alegre e de cidades do entorno do lago.

Com exceção de NH_3 no ponto 36, não houve alterações significativas de qualidade nos pontos à montante da área de influência direta - AID ao SES Ponta da Cadeia. Os testes puderam confirmar que houve melhoria significativa na qualidade da água em relação aos parâmetros DBO no ponto 50, no canal de navegação à jusante do antigo lançamento de esgotos da Ponta da Cadeia, e nos pontos 41B e 45E na margem esquerda, captações de água do Menino Deus e da Tristeza respectivamente. Quanto à contaminação fecal, observou-se redução significativa de ECOLI também nos pontos 50, 41B e 45E. O ponto 45E apresentou melhoria significativa nos parâmetros NH_3 e PTOT, enquanto que o ponto 41B apresentou melhoria no parâmetro NH_3 (Tabela 1). Provavelmente obras de saneamento na sub-bacia do arroio Cavalhada, incluídas no Programa Integrado Socioambiental - PISA também contribuíram com essa melhoria significativa na margem esquerda do lago, reafirmando a importância dos investimentos públicos da autarquia em saneamento para garantir melhoria da qualidade do ambiente para a população.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.772: água: determinação de fósforo**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 9 p.
- Andrade, R. R. **Variação temporal do fitoplâncton em um ponto amostral do Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil**. Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Dissertação de Mestrado, 187 pp.
- Andrade, R. R.; Colares, E. R. C.; Krigger, S. S.; Maizonave, C. R. M.; Morandi, I. C.; **Lago Guaíba (RS): índice de qualidade da água - IQA, 2000 a 2009**, Ecos Técnica, Maio, 2014
- Andrade, R. R. & GIROLDO, D. **Limnological characterization and phytoplankton seasonal variation in a subtropical shallow lake (Guaíba Lake, Brasil): a long-term study**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 26, no 4, p. 442-456.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and waste water. 20. ed. Washington, DC: Academic Press, 1998.
- Bendati, M. M.; Schwarzbach, M. S. R.; Maizonave, C. R. M.; Almeida, L. B.; Bringhenti, M. L.: **Avaliação da qualidade da água do Lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) como suporte para a gestão da bacia hidrográfica**; In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental; ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- ECOPLAN. **Plano da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba**. Porto Alegre, ECOPLAN, 2016. 35p.
- Faria, C. M. & Lerch, E. C. **Saneamento da Praia de Ipanema. O resgate da qualidade de suas águas**. Porto Alegre, Dmae, Ecos Pesquisa, 1999, no1, 22 p.
- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. Paleontological Association, 2001.
- Jordão E. P., Pessoa, C. A. **Tratamento de esgoto doméstico** - Ed. ABES. Rio de Janeiro, 2005.
- Kleerekoper, H.; **Introdução ao estudo da Limnologia**; 2a ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1990. 248 p.
- Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Porto Alegre, Departamento Municipal de Água e Esgotos (org.), 2015, 3 volumes.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1986. **Method 300.7. Dissolved sodium, ammonium, potassium, magnesium and calcium in wet deposition by chemically suppressed ion chromatography**. USEPA.

Busca de alternativas tecnológicas para redução de volume e tratamento para os lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos de Porto Alegre

Adriana Cecchin Fajreldines¹
Raul Oliveira Rosa²
Eric Farias de Souza³
Lucimara Comunello⁴

Resumo

Com a expansão da capacidade de tratamento de esgotos domésticos da cidade de Porto Alegre, os resíduos gerados nos processos tiveram seu volume aumentado significativamente. Desde a fase de estudos das tecnologias a serem implantadas, passando pelas fases de projeto e execução, os técnicos do Departamento vêm trabalhando constantemente com testes de alternativas que facilitem a logística de transporte e disposição dos resíduos gerados de uma forma que seja menos onerosa e com responsabilidade ambiental. Em uma década, de 2005 a 2015, com o início de operação das novas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) do Departamento Municipal de Águas e Esgotos (Dmae) de Porto Alegre, o volume de lodo gerado no processo de tratamento de esgoto aumentou em seis vezes, dando um salto de 6 m³ diários de lodo desidratado para 36 m³ e com tendência a aumentar proporcionalmente ao número de redes que são instaladas a cada ano na busca da universalização da coleta de esgotos domésticos.

Palavras-chave: lodo desidratado, disposição resíduos, estações de tratamento de esgoto.

¹ Técnica em Tratamento de Água e Esgotos, Coordenadora das Estações de Tratamento de Esgoto Sul, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

² Químico, Líder da equipe ETE Lami, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Técnico em Tratamento de Água e Esgotos, Equipe ETE Serraria, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Técnica em Tratamento de Água e Esgotos, Equipe ETE Serraria, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

1. Introdução

Com os investimentos na área de saneamento, o Dmae incrementou significativamente sua capacidade de tratamento de esgotos domésticos. A inauguração das novas ETEs Serraria e Sarandi garantiu um salto na produção de esgoto tratado da cidade de Porto Alegre. Estes esgotos que antes eram lançados no lago Guaíba, hoje são direcionados para as Estações de Tratamento de Esgoto.

Para tratar efluentes, é necessário um processo de separação entre os sólidos contaminantes e a fase líquida, gerando dois subprodutos básicos: o efluente líquido tratado e um lodo proveniente de toda matéria orgânica indesejada. Quanto mais efluente clarificado tratado, mais lodo é gerado. Cada ETE tem um lodo com características peculiares dependendo da tecnologia de tratamento empregada.

Como o volume de lodo gerado é muito alto e deve ser retirado da unidade de tratamento, usamos técnicas mecanizadas que retiram ao máximo a umidade do lodo, reduzindo o volume e consequentemente o custo de transporte. O transporte deste material é um processo oneroso para o Dmae, há contratos específicos para remoção que são cobrados por volume transportado. Então, quanto menor o volume a ser transportado, menor o custo.

Atualmente, as três ETEs que mais produzem lodo (Navegantes, Sarandi e Serraria), utilizam a mesma tecnologia para desidratá-lo e reduzir o volume para posterior transporte: centrífugas também chamadas de *decanters*.

As centrífugas são equipamentos robustos que giram em alta rotação retirando o máximo possível de água do lodo. Aproximadamente 50 m³ de lodo que passam por este equipamento, são reduzidos a um volume de 5 m³, a uma umidade final aproximada de 80%; uma redução de dez vezes no volume final. A redução depende das características do lodo e do rendimento da centrífuga. É uma redução considerável, mas mesmo assim ainda é oneroso para o Departamento em função dos volumes diários produzidos: 6.570 m³ que após desidratação é reduzido para 657 m³ (volume estimado de

lodo gerado no processo de tratamento na ETE Serraria somente no mês de dezembro de 2016).

O lodo desidratado é acondicionado em caçambas estacionárias com capacidade de 5 m³, que são transportadas por uma empresa contratada pelo Dmae. A contratada cobra pelo número de caçambas recolhidas. O transporte é realizado da unidade geradora (ETE) até a estação de transbordo do Departamento de Limpeza Urbana (DMLU) localizada no Bairro Lomba do Pinheiro da cidade de Porto Alegre, que então transporta para o aterro sanitário localizado no município de Minas do Leão a 100 quilômetros de Porto Alegre. Este último transporte é cobrado do Dmae por tonelada. Atualmente, os lodos gerados nos processos de tratamento do Dmae são encaminhados para aterro, ainda não são reutilizados para outros fins. Na Prefeitura de Porto Alegre há técnicos trabalhando para implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que são gerados, incluindo os processos de tratamento, na tentativa de reaproveitamento agrícola destes lodos.

Os resíduos gerados são classificados de acordo com legislações específicas. Para classificação, amostras são analisadas e devem seguir parâmetros limitantes que serão determinantes para o tipo de destinação desejada. Para lodos gerados em ETEs, a legislação que define os critérios para uso agrícola é a Resolução Conama no 375/2006.

2. Metodologia

Quando os técnicos da área operacional se apropriaram das informações sobre a definição das tecnologias de tratamento de esgoto que seriam implantadas no Dmae, iniciaram cálculos para previsão de volume de lodo a ser gerado nestas unidades e testes para alternativas de redução deste volume visando menor custo nos transportes. Foram testados diversos tipos de equipamentos, produtos químicos e biológicos que concentrariam sólidos e degradariam a matéria orgânica com a intenção de reaproveitamento agrícola ou disposição em solo. Conforme a Resolução Conama 375/2006 que define os critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos gerados em estações de trata-

mento de esgoto sanitário, o lodo deve ser classificado como Classe A para uso em solo agrícola.

Dentre as alternativas testadas, será apresentado neste trabalho, o teste com uma unidade piloto da secagem térmica de lodo fornecida pela empresa *Albrecht* em 2011.

Foram realizadas diversas tratativas entre a empresa fornecedora, a Direção Geral e outras áreas do Dmae. Houve um empenho e trabalho conjunto de colegas de várias áreas do departamento que contribuíram para tornar o teste possível.

O equipamento foi recebido na ETE Navegantes, sem ônus. Para operação de secagem foi ne-

cessária uma contratação de GLP (gás liquefeito de petróleo), com apoio dos técnicos da central de licitações do Dmae, para vazão de 18 kg/h de consumo de gás, conforme especificações do equipamento para queima. A empresa distribuidora de GLP, *Ultragaz*, forneceu em regime de comodato o tanque para armazenamento do gás e os dosadores. A empresa fornecedora do secador térmico enviou um técnico para montagem e treinamento operacional.

Foi exigida uma cobertura para o equipamento. A Unidade de Comunicação do Dmae providenciou o aluguel de um toldo.



Figura 1 - Unidade de GLP e dosadores.



Figura 2 - Cobertura para o secador térmico.

O secador térmico foi fornecido para teste em 2011, antes da conclusão das obras das ETEs Serraria e Sarandi. Desta forma, não tínhamos os lodos gerados nestas unidades para testá-los. Foi preciso simular características semelhantes usando misturas de lodos gerados nas ETEs em operação.

O experimento teve como objetivos principais, verificar a redução de volume de lodo e condições do lodo seco gerado, após a secagem térmica.

Realizamos os testes com quatro tipos de amostras de lodos distintas: lodo aeróbio, que é o tipo de lodo gerado na ETE Navegantes e seria também gerado nas futuras ETEs Sarandi e Serraria; lodo anaeróbio, proveniente da ETE do Bosque que simularia os lodos produzidos em outra etapa do processo das ETEs Sarandi e Serraria; uma mistura de lodo anaeróbio e aeróbio para simular as produções de lodo das futuras ETEs e lodo da Esta-

ção de Tratamento de Água José Loureiro da Silva, ETA JLS, para testar um possível aproveitamento também dos lodos de ETAs do Dmae.

Os técnicos da manutenção do Dmae realizaram adaptações nas tubulações instaladas para re-direcionar o lodo produzido nas centrifugas para um tanque. As amostras foram submetidas a desidratação através das centrifugas instaladas na ETE Navegantes. Após obter o lodo desidratado, este material foi então introduzido no secador térmico. Por se tratar de uma unidade piloto, a alimentação do secador térmico foi realizada manualmente.

Para verificar a exata redução do volume, medimos 100 litros de lodo desidratado e alimentamos o secador térmico. O resultado foi de 20 litros de lodo seco. Uma redução de cinco vezes no volume, refletindo a mesma proporção na economia de transporte.



Figura 3 - Lodo após secagem térmica.

O tempo gasto para secagem de 100 litros de amostra foi de duas horas. Todas as composições amostrais tiveram o mesmo comportamento; mesma redução em volume e mesmo tempo para secagem.

O queimador a gás era automático com chama modulante, se a temperatura dos gases de saída subisse acima do limite pré-estabelecido, automaticamente o queimador desligava, cortando o suprimento de gás.

A temperatura utilizada para a secagem na entrada do secador foi de 250°C e os gases de saída

após o tambor de secagem em torno de 120°C. Trabalhamos com estas temperaturas para garantir a higienização necessária da amostra.

A unidade era equipada com multiciclone que promove a separação de lodo seco dos gases residuais e direciona para o lavador de gases. O exaustor, era responsável pela extração de gases e manutenção da pressão que os liberava pela chaminé. O lavador de gases retinha o material particulado para atendimento da legislação pertinente.

3. Resultados

O lodo produzido no secador térmico teve um aspecto granular como terra. Houve uma redução de cinco vezes em termos de volume. O material resultante foi de fácil transporte, diferente do lodo desidratado que exige cuidados maiores.

As amostras foram encaminhadas para os técnicos dos laboratórios de pesquisa do Dmae e os resultados (Tabela 1) mostraram que o efeito das altas temperaturas de secagem esterilizou os nossos lodos de ETEs, e os enquadraram na Classe A de acordo com a Resolução Conama 375/2006, o que torna aceitável para o uso agrícola e possivelmente uma fonte rentável.

Tabela 1: Resultados analíticos para classificação do lodo.

Parâmetro	Lodo aeróbio e anaeróbio de ETE (1:1) 03/07/2012		Lodo anaeróbio de ETE 03/07/2012		Lodo aeróbio de ETE 04/07/2012		Lodo de ETA 04/07/2012		Concentração máxima (para uso do lodo na agricultura) CONAMA 375/2006
	Amostra úmida _A	Amostra seca _AA	Amostra úmida _B	Amostra seca _BB	Amostra úmida _C	Amostra seca _CC	Amostra úmida _D	Amostra seca _DD	
Umidade (%)	71,7	11,1	71	17,3	83,9	17,3	72,9	23,8	
Densidade (g/mL)	1,04	1,09	1,1	1,22	1,04	1,48	1,13	1,01	
Resíduo total 105 °C (mg/kg)	2,84.105	8,89.105	2,90.105	8,27.105	1,61.105	8,27.105	2,71.105	7,62.105	
Resíduo total fixo 550 °C (mg/kg)	1,84.105	5,76.105	1,93.105	2,96.105	6,30.104	5,13.105	1,91.105	4,73.105	
Resíduo total volátil 550 °C (mg/kg)	1,00.105	3,13.105	9,70.104	5,31.105	9,80.104	3,14.105	8,00.104	2,89.105	
pH (sol. a 33%)	8,4	7,3	8,4	7,9	7,7	7	6,7	7,1	
Nitrogênio total (% N)	2,5	1,99	2,07	5,48	3,11	2,17	1,48	10,49	
Fósforo total (% P)	0,33	0,41	0,48	0,2	1,67	0,53	0,50	0,60	
Coliforme total (NMP/g)	>85000	1	>83000	27	>150000	>29000	>89000	31	<103 NMP/g de ST *
Escherichia coli (NMP/g)	56000	<1	41000	7	120000	190	13000	2	
Colifagos (UPF/100g)	4200	<6	2700	< 6	9200	< 5	190	<7	<0,25 UFP/g de ST *
Salmonella sp	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo	ausência em 10 g de ST *
Ovos viáveis de Helmin-tos (Nº ovos/g de ST)	4,56	0,001	5,58	0,01	2,28	0,016	1,34	0,01	<0,25 ovo/g de ST *
Arsênio (mg As/kg)	7	7	7	3	4	7	9	7	41 mg/kg
Bário (mg Ba/kg)	410	410	360	480	480	410	220	340	1.300 mg/kg
Mercúrio (mg Hg/kg)	0,550	0,590	0,520	1,350	1,280	0,640	0,400	0,900	17 mg/kg
Cádmio (mg Cd/kg)	2	2	2	2	2	3	2	2	39 mg/kg
Chumbo (mg Pb/kg)	54	54	52	60	59	57	25	40	300 mg/kg
Cobre (mg Cu/kg)	345	348	299	342	344	357	152	246	1.500 mg/kg
Cromo (mg Cr/kg)	37	42	33	65	49	56	45	55	1.000 mg/kg
Molibdênio (mg Mo/kg)	ND	ND	ND	10	ND	ND	ND	ND	50 mg/kg
Níquel (mg Ni/kg)	20	21	17	34	28	25	20	27	420 mg/kg
Selênio (mg Se/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	100 mg/kg
Zinco (mg Zn/kg)	827	849	825	821	948	918	414	632	2.800 mg/kg

4. Conclusões

O teste nos mostrou que há uma redução considerável no volume final de lodo que seria transportado. Realizando uma projeção do cenário atual, somente em relação ao volume de lodo transportado hoje na ETE Serraria, que tem valores expressivos, pelo atual contrato teríamos uma economia considerável. A operacionalidade e custo não puderam ser conclusivos por tratar-se de equipamento piloto. É possível estabelecer os parâmetros de redução de volume e qualidade do lodo seco resultante.

Para projetar e avaliar a viabilidade econômica da secagem térmica de lodo para o Dmae, muitos fatores devem ser considerados: investimento nas instalações, consumo de gás, se estas instalações

atenderiam a todos os lodos gerados nas ETEs e ETAs, destino final do lodo seco, enquadramento nas legislações, políticas de resíduos sólidos, licenciamentos ambientais. Estes são apenas alguns aspectos para considerações.

Para a área operacional, cabe transmitir os resultados encontrados nos testes. Na Figura 2, é possível observar a redução acentuada de volume de lodo prevista para transporte com o uso de secagem térmica. Considerando um volume de lodo de aproximadamente 6.570 m³ gerado no processo de tratamento da ETE Serraria no mês de dezembro de 2016, hoje reduzido através de centrifugas, para um volume de 657 m³ de lodo desidratado e, com projeção de secagem térmica, seria possível uma redução até 131 m³ para transporte e disposição final.

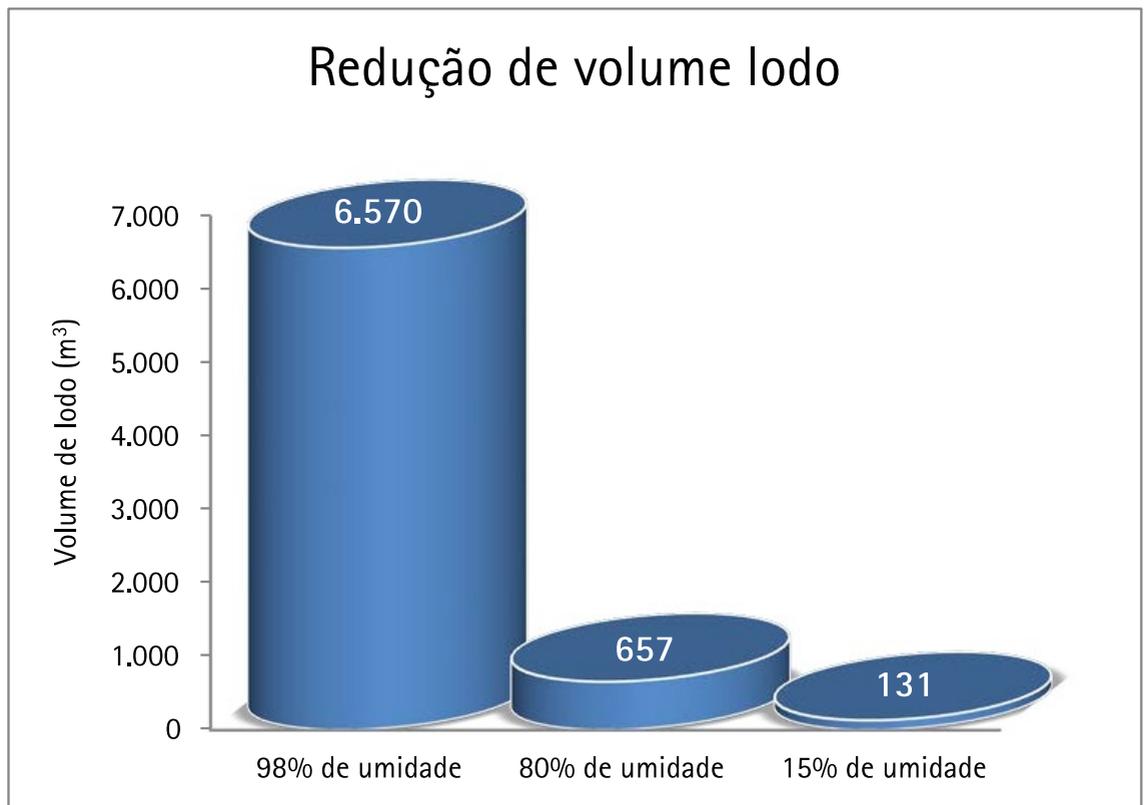


Figura 4 - Volume estimado de lodo gerado no processo de tratamento na ETE Serraria dezembro de 2016.

5. Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898/87**: Águas e Efluentes Líquidos. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos Normas Técnicas de Águas e Efluentes. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.209/11**: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.
- Resolução Conama 316** - Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
- Resolução Conama 375/2006** e processos de secagem para uso do lodo na agricultura.
- SANIN, F. D.; CLARKSON, W. W.; VESILIND, P. A. **Sludge Engineering: The Treatment and Disposal of Wastewater Sludges**. 1. ed. United States of America, 2010.
- FERREIRA, L. F. **Apresentação secadores térmicos Albrecht**. Apresentação de divulgação da empresa. Joinville, 2009.
- BORGES, F.; SELLIN, N.; MEDEIROS, S. H. W. **Caracterização e avaliação de lodos de efluentes sanitário e industrial como biomassa na geração de energia**. Programa de Mestrado em Engenharia de Processos – UNIVILLE. Joinville: Ciência & Engenharia, 2008. Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução Conama no 357 de 2006. Brasília, 2006
- ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. 1a ed. Rio de Janeiro: ABES, 2001.
- Blog Porto Imagem. Socioambiental: Inaugurada a maior obra de saneamento da história de Porto Alegre.

IT 319 – instruções para apresentação de artigos técnicos e destaque fotográfico na ECOS Técnica*

1. Objetivo e campo de aplicação

Estabelecer orientações para apresentação de Artigos Técnicos e Destaque Fotográfico no Encarte ECOS Técnica, bem como esclarecer os critérios para sua seleção.

2. Referências

Não se aplica.

3. Definições

ECOS Técnica: é uma publicação encartada na Revista ECOS do Departamento Municipal de Água e Esgotos, dedicada à divulgação de trabalhos técnicos realizados pelos servidores do Dmae, na área de saneamento ambiental e recursos hídricos.

4. Procedimentos e Responsabilidades

4.1 Normas de apresentação de Artigo Técnico

O estilo de redação deverá ser claro e coerente na exposição das ideias, observando-se o uso adequado da linguagem e a recomendação ao autor de que o trabalho passe por uma revisão gramatical antes de seu encaminhamento à Comissão Editorial da ECOS Técnica.

Os trabalhos deverão ser digitados com o editor de texto Microsoft Word versão 6.0 ou superior.

O texto deverá ser escrito em português, utilizando-se a fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço 1,5 entre linhas e parágrafos, alinhamento justificado, papel A4, páginas não numeradas, margens superior e inferior com 2,5 cm e margens esquerda e direita com 3,0 cm.

Palavras estrangeiras deverão ser citadas em itálico. Nomes científicos de espécies e substâncias químicas, bem como unidades de pesos e medidas, deverão obedecer às regras e padrões internacionais.

A extensão dos textos deverá atender no mínimo 05 laudas e no máximo 12 laudas (tamanho A4), havendo a possibilidade de ampliação das mesmas nos casos em que a Comissão Editorial entenda que o trabalho apresentado deva ser publicado.

O Artigo deverá ter a seguinte estrutura: Título, Autor(es), Resumo, Palavras-chave, Introdução, Metodologia, Resultados e Discussão, Conclusões, Referências Bibliográficas.

Os títulos e subtítulos deverão estar em negrito e ter apenas a primeira letra da primeira palavra em maiúscula. O título do artigo deve estar em português, ser conciso, claro e expressar o conteúdo geral do artigo.

O(s) autor(es) será(ão) especificado(s) logo abaixo do título. Serão aceitos artigos com no máximo 04 (quatro) autores, sendo um destes, obrigatoriamente, funcionário do Dmae. É necessário indicar o autor principal do artigo. Demais colaboradores poderão constar, mas serão relacionados ao pé da primeira página. Quanto ao(s)

* CÓPIA NÃO CONTROLADA. Revisão 2, de 22/09/2016.

autor(es), deve constar nome completo, bem como sua respectiva titulação detalhada.

Resumo: cada artigo deverá ser acompanhado de resumo em português, com extensão máxima de 200 palavras cada.

Palavras-chave: deverão ser fornecidas no mínimo três e no máximo cinco palavras-chave em português, visando à confecção de instrumentos de busca. A Comissão Editorial poderá, a seu critério, substituir ou acrescentar palavras-chave, que entenda pertinentes ao conteúdo apresentado e possam melhor auxiliar na indexação e recuperação dos trabalhos.

Corpo do texto (Introdução, Metodologia, Resultados e Discussão, Conclusões, Referências Bibliográficas): deverá ter uma estrutura lógica e sequencial de apresentação, sendo dividido em subtítulos indicativos dos tópicos abordados.

Citações de até 03 (três) linhas deverão ser incluídas no texto entre aspas duplas.

Citações com mais de 03 linhas deverão ser recuadas 04 cm a partir da margem, com recuo tamanho de fonte 10, espaçamento simples.

A inclusão de ilustrações, gráficos, desenhos, quadros, tabelas, fotografias, etc, deverá se restringir ao necessário para o entendimento do texto. Esses elementos deverão estar localizados mais próximos possível do trecho onde são mencionados e estar acompanhados de suas respectivas legendas ou títulos. Fotografias e demais imagens digitalizadas deverão ter resolução mínima de 300dpi e, preferencialmente estar em formato jpeg ou bmp ou tif, podendo ser apresentadas em arquivos separados, com a indicação de sua localização no trabalho. A dimensão máxima deverá ser de 14 x 23 cm.

As referências bibliográficas deverão estar de acordo com a NBR-6023 da ABNT.

4.2 Normas de apresentação de Destaque Fotográfico (para capa da ECOS Técnica):

Os registros fotográficos deverão retratar os mais diversos ambientes do Dmae (não envolvendo pessoas).

O autor deve ser identificado com seu nome completo, bem como sua titulação detalhada.

As fotografias deverão ter resolução mínima de 300dpi e, preferencialmente estar em formato jpeg ou bmp ou tif. A dimensão máxima deverá ser de 14 x 23 cm.

Cada autor deverá enviar um mínimo de 40 (quarenta) fotos para que a Comissão Editorial possa escolher 21 (vinte e uma) fotos para o encarte técnico.

4.3 Critérios para seleção dos Artigos Técnicos:

A seleção dos artigos será realizada pelos membros da Comissão Editorial da ECOS Técnica que decidirão sobre sua aceitação ou recusa. Esta Comissão contará com o apoio de consultoria técnica especializada, conforme assunto do artigo, sempre que necessário para contribuir na validação dos artigos. Tal prática assegura isenção, agilidade e objetividade do processo de seleção dos trabalhos.

- I. O artigo deve tratar, obrigatoriamente, de assunto de interesse e com aplicabilidade no Dmae.
- II. No comunicado de divulgação das orientações e dos prazos, a Comissão Editorial poderá indicar a temática prioritária da edição.
- III. Na seleção dos trabalhos, será priorizado aquele cujo tema esteja relacionado às ações estratégicas.
- IV. Artigo com participação de outras entidades será aceito, desde que, no mínimo, um dos autores seja servidor do Dmae.
- V. Todas as normas para apresentação de Artigo Técnico, constantes no item 1, devem ser rigorosamente seguidas.
- VI. Declaração assinada por todos os autores com o número de CPF indicando a responsabilidade do(s) autor(es) pelo conteúdo do artigo e transferência de direitos autorais (*copyright*) para a ECOS Técnica, caso o artigo venha a ser aceito e/ou escolhido pela Comissão Editorial.

4.4 Critérios para seleção das Fotografias:

A seleção das fotografias será realizada pelos membros da Comissão Editorial da ECOS Técnica que decidirão sobre sua aceitação ou recusa, preferencialmente vinculando aos assuntos dos artigos técnicos escolhidos.

O autor do registro fotográfico deverá enviar declaração assinada contendo o número de CPF indicando a autoria do trabalho e transferência de direitos autorais (*copyright*) para a ECOS Técnica, caso a fotografia venha a ser aceita e/ou escolhida pela Comissão Editorial.

Nota: Não serão aceitas fotografias de pessoas que não pertençam ao quadro de funcionários do Dmae.

5. Registros

Mod.: 19.021 – Modelo Pareceres Trabalhos ECOS Técnica.

6. Histórico das Alterações

00 – Criação do documento.

01 – Registros.

02 – Suprimida a expressão quadrimestral da definição, acrescido a possibilidade da publicação de trabalho com um maior nº de laudas caso seja definido pela Comissão Editorial e acrescido como critério que a escolha do trabalho priorizará trabalhos atrelados as ações estratégicas.

Comissão Editorial ECOS Técnica

Rua 24 de Outubro, 200,
(Prédio UNI)

CEP 90510-000 – Porto Alegre (RS)
aprendizagem@dmae.prefpoa.com.br



ECOS Técnica



Prefeitura de
Porto Alegre