

ECOS

Revista Quadrimestral de Saneamento Ambiental • Nº 39 • Ano 22 • Dezembro 2016

Plano de Segurança é fundamental para manter a qualidade da água



ENTREVISTA

Rafael Bastos

Mudança de paradigma no controle de qualidade da água para consumo humano

GESTÃO

Pensar o futuro: fórmula para sustentabilidade. A importância de um plano de controle de perdas de água

Mandar mensagem para os amigos é legal.



Mas mandar mensagem atravessando a rua, não!



O trânsito é um espaço de todos. Seja você a mudança.



**PREFEITURA
PORTO
ALEGRE**

O PSA chega para garantir a qualidade da água para consumo humano

O Plano de Segurança da Água (PSA) é um instrumento que identifica e prioriza perigos e riscos em sistemas de abastecimento de água, desde o manancial até o consumidor, visando a estabelecer controle para reduzi-los ou eliminá-los por meio de medidas preventivas.

Na seção Reportagem desta edição, relatamos um episódio dentro deste contexto, vivenciado pelo Dmae em Porto Alegre, que alterou o odor e sabor da água tratada e distribuída em duas áreas importantes da cidade. Este lapso, ao longo do tempo, será lembrado como um primeiro grande alerta sobre a segurança da água da capital gaúcha, que sofre cada vez mais com o ingresso de novos agentes poluidores nas imediações de seus pontos de captação no Lago Guaíba.

O primeiro capítulo deste episódio, conhecido pelas alterações de odor e sabor, começou em 23 de maio e chegou ao ápice uma semana depois, em 31 de maio, quando mais de cem consumidores das regiões Central e Norte da cidade registraram reclamação no serviço telefônico 156 da Prefeitura de Porto Alegre.

Enfatizamos ainda que a Organização Mundial de Saúde (OMS) e também a norma brasileira de qualidade da água para consumo humano recomendam que as entidades operadoras dos sistemas de abastecimento de água desenvolvam Planos de Segurança, incorporando metodologias de avaliação e gestão de riscos, além de práticas de boa operação dos sistemas, visando em última instância a garantia da qualidade da água distribuída para consumo.

Na seção Entrevista, o professor e pesquisador Rafael Bastos, da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, faz uma explanação geral sobre a natureza e a importância dos Planos de Segurança da Água. Destacamos ainda, na seção Gestão, a importância de um plano de controle de perdas de água e as ações propostas pelo Dmae para reduzir as perdas nas áreas abastecidas pela Estação de Bombeamento São Manoel, do sistema Menino Deus.

Já na seção Opinião encontramos um artigo do vice-presidente do Comitê do Lago Guaíba, Paulo César Cardoso Germano, onde ele se refere ao importante papel dos Comitês para auxiliar na Gestão dos Recursos Hídricos e na implementação dos PSA.

Boa Leitura!

Maria de Lourdes da Cunha Wolff
Editora

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

CONSELHO EDITORIAL

Adriana Nascimento Machado (DEP)
Antônio Goulart (ARI)
Deisy Maria Andrade Batista (Abes-RS)
Antônio Elisandro de Oliveira (Dmae)
Gerti Weber Brun (Pucrs)
Luiz Fernando Cybis (Ufrgs)
Magda Cristina Granata (Dmae)
Nádia Maria Lorini (UNI)

COORDENAÇÃO DA UNIDADE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Aline Antunes Coelho

COORDENAÇÃO DE JORNALISMO

Roberto Alves d'Azevedo (Mtb 4.012)

EDIÇÃO

Imagine Design

FOTO DA CAPA

Imagine Design

EDIÇÃO DE ARTE

Imagine Design

REVISÃO

Ademar Vargas de Freitas (Mtb 3225)

COLABORADORES

Equipe de Publicidade e Propaganda

IMPRESSÃO

Quatro Estações Indústria Gráfica Ltda.

TIRAGEM

2.500 exemplares

NOTAS DA REDAÇÃO

Envie sua colaboração para a redação
Unidade Técnica do Dmae, Rua 24 de Outubro, 200
CEP 90.510-000 – Porto Alegre (RS)
Fone: (51) 3289.9724 – Fax: (51) 3289.9286
E-mail: ecos@dmae.prefpoa.com.br

A Revista ECOS é uma publicação quadrimestral do Departamento Municipal de Água e Esgotos (Dmae), com circulação nacional e distribuição gratuita, 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.



Entrevista

6

Mudança de paradigma no controle de qualidade da água para consumo humano



Ambiente

10

Porto Alegre gasta todos os anos mais de R\$ 10 milhões para remover centenas de focos de lixo

12

Comitê de Mudanças Climáticas discute políticas para sustentabilidade e resiliência na Capital



 **Reportagem**

14

Plano de Segurança da Água é fundamental para a cidade manter a qualidade da água



Gestão

26

Pensar o futuro: fórmula para sustentabilidade. A importância de um plano de controle de perdas de água



Opinião

29

A contribuição dos Comitês de bacias nos Planos de Segurança das Águas



Divulgação

◀ **RAFAEL BASTOS** é engenheiro civil (UFJF) com especialização em Engenharia de Saúde Pública (Escola Nacional de Saúde Pública – Fundação Oswaldo Cruz), PhD em Engenharia Sanitária (University of Leeds, UK), professor e pesquisador da Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Engenharia Civil. Ele é consultor de órgãos públicos e organismos internacionais, como Ministério da Saúde, Organização Panamericana da Saúde e Organização Mundial da Saúde em temas relacionados à segurança da água para consumo humano. Desde 2000, integra o grupo coordenador do Ministério da Saúde, responsável pela atualização da norma brasileira de qualidade da água para consumo humano. E é membro do grupo coordenador do Water Safety Planning Specialist Group, da International Water Association.

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

Mudança de paradigma no controle de qualidade da água para consumo humano

Os Planos de Segurança das Águas (PSA) vêm sendo propalados há quase uma década no Brasil, inicialmente pelos meios acadêmicos e pelo Ministério da Saúde, e logo também pelo setor saúde no âmbito estadual, por entidades representativas dos serviços de abastecimento de água e por agências de bacias. Muito se fez em termos de divulgação, de familiarização com os princípios que regem esses planos e mesmo de capacitação para a sua implementação. No entanto, os PSA ainda não ganharam, de fato, escala no país. E mesmo as iniciativas pioneiras nem sempre chegaram à efetiva implementação ou permaneceram. Mas existem alguns, poucos, exemplos de implementação de PSA em serviços municipais. Há também exemplos de mobilização em importantes empresas estaduais de saneamento, incluindo iniciativas planejadas de projetos-piloto em vários sistemas.

ECOS: Inicialmente, é necessário uma explanação sobre a natureza e a importância dos Planos de Segurança da Água (PSA).

Rafael Bastos - Um PSA pode ser descrito como um instrumento por meio do qual se identifica e prioriza perigos (contaminantes) e riscos em um sistema de abastecimento de água, desde o manancial até os pontos de consumo, se estabelecem medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los, bem como medidas e processos para verificação contínua deste controle. Em resumo, o PSA é um sistema estruturado e organizado, visando a minimizar as chances de falha, e gera planos de contingência para responder as falhas no sistema ou eventos de risco não corriqueiros. Essencialmente, trata-se de uma abordagem preventiva, com vistas ao controle da contaminação dos mananciais, à otimização dos processos de tratamento e à prevenção de recontaminação da água no sistema de distribuição. Do ponto de vista conceitual e metodológico, os PSA reúnem princípios e instrumentos já consolidados em outros setores (por exemplo, na indústria de alimentos), tais como a abordagem de boas práticas, o sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e o sistema de Gestão de Qualidade.

Os PSA constituem, assim, uma mudança de paradigma no controle de qualidade da água para consumo humano: a gestão preventiva de riscos no processo de produção e distribuição de água segura para consumo humano, em lugar da abordagem tradicional de controle laboratorial de qualidade do produto final – a água tratada –, neste caso, a busca de detecção de violações do padrão de potabilidade e a aplicação de medidas corretivas. Em última instância, a ideia dos PSA se inscreve naquela de certificação de qualidade do processo de produção de água e, portanto, de menor necessidade de amostragem e monitoramento do produto final. A abordagem dos PSA necessariamente se completa com auditoria externa, usualmente realizada por agências reguladoras dos serviços de abastecimento de água ou pelo setor saúde.

ECOS: Como se encontra a implementação dos PSA no cenário internacional?

Rafael Bastos - Os PSA constituem a abordagem preconizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como a mais efetiva para a garantia da segurança da água para consumo desde a terceira edição dos Guidelines for Drinking Water Quality,



A abordagem dos PSA se completa com auditoria externa, realizada por agências reguladoras ou pelo setor saúde

da OMS, de 2004. Desde então os PSA têm ganhado aplicação em realidades e situações as mais diversas mundo afora. Por exemplo, na América Latina, Europa, Ásia e África. Por vezes, os PSA são resultado de iniciativas pontuais da parte de prestadores de serviço de abastecimento de água, mas em alguns países passaram a fazer parte da regulamentação. Os exemplos vão desde sistemas urbanos de pequeno porte na Colômbia, sistemas rurais em Honduras, até sistemas urbanos dos mais variados portes em Portugal, Reino Unido, Singapura, África do Sul e Austrália. Os quatro últimos, além de Nova Zelândia, Islândia, Nigéria, Uganda e Filipinas são exemplos de países em que os PSA foram incorporados à regulamentação de água para consumo humano naturalmente, com diferentes graus de efetiva implementação, incluindo a auditoria. Portugal é um bom exemplo de onde os PSA se encontram bem disseminados. África do Sul e Reino Unido também, bem como exemplos importantes de efetiva auditoria dos PSA por agentes reguladores. Na África do Sul a auditoria integra um programa de certificação dos serviços.

ECOS: E no Brasil, qual é a situação?

Rafael Bastos - A ideia dos PSA vem sendo propagada no Brasil há quase uma década, inicialmente pela Academia e pelo Ministério da Saúde, mas logo também pelo setor saúde no âmbito estadual, por entidades representativas dos serviços de abastecimento de água e por agências de bacias. Muito se fez em termos de divulgação, de familiarização com os princípios que regem os PSA e mesmo de capacitação para implementação. Há alguns, poucos, exemplos de implementação de PSA em serviços municipais; há também exemplos de mobilização em importantes empresas estaduais de sanea-

“ Não há por que frear o processo em que estejam dadas as condições de controle e vigilância para avançar

”

mento, incluindo iniciativas planejadas de projetos-piloto em vários sistemas. No entanto, os PSA ainda não ganharam, de fato, escala no país e mesmo essas iniciativas pioneiras nem sempre chegaram à efetiva implementação ou permaneceram.

Do ponto de vista da regulamentação, cabe destacar que a norma brasileira de qualidade da água para consumo humano, desde a Portaria 1469/2000, incorpora a gestão preventiva de risco nas atividades de controle de qualidade da água. Porém o fazia de forma muito genérica e sem que pudesse ser traduzida em uma ferramenta metodológica de pronta utilização pelos responsáveis pelos serviços de abastecimento de água. Posteriormente, na Portaria 2914/2011, se faz referência explícita aos PSA, conforme os princípios preconizados pela OMS, porém apenas como recomendação. Penso que vivemos um momento de indefinição, ou mesmo um processo contraditório: ao mesmo tempo em que se quer avançar na abordagem dos PSA, isto é com o enfoque da gestão preventiva de risco, se mantém intacta a lógica do controle do produto final, e com planos de amostragem mais intensos a cada nova versão da norma.

ECOS: E como se supera esse aparente impasse?

Rafael Bastos - Parece-me que há predisposição para fazer avançar os PSA, e por atores bem estruturados, tanto de parte dos prestadores de serviços quanto dos responsáveis pela vigilância da qualidade da água – o setor saúde. Entretanto, há que se perguntar se o país como um todo, com toda sua heterogeneidade, está preparado para assumir esse novo paradigma de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano baseado no enfoque do autocontrole, da auditoria e da certificação, em detrimento da amostragem intensiva. Não me parece que isso seja realidade e, as-

sim, não me parece também que tornar mandatórios os PSA seja solução. Por outro lado, não há por que frear o processo em que as condições de controle e vigilância para avançar estejam dadas. Penso, então, que se possa pavimentar um processo de transição incluindo na norma elementos de incentivo à implementação dos PSA. Por exemplo, hoje a norma faculta apenas que, após dois anos de monitoramento, se possa pleitear alteração na frequência mínima de amostragem de parâmetros estabelecidos no padrão de potabilidade, mas não nos parâmetros em si a serem avaliados. Pode-se pensar no avanço para que, com base em planos com a etapa de identificação de perigos bem fundamentada, se possa pleitear a dispensa do monitoramento daquilo que se provar não relevante para o sistema de abastecimento específico. Há ainda que se refletir sobre situações, nada raras, de simplesmente incapacidade técnica e, principalmente, financeira, de cumprimento dos planos de amostragem estabelecidos na norma. Particularmente, me vêm à mente sistemas rurais sob gestão comunitária. Nestes casos, os PSA poderiam bem se encaixar como alternativa, isto é, a eventual flexibilização das exigências de monitoramento mediante a elaboração de PSA bem fundamentados. De qualquer modo, o avanço dos PSA no Brasil ainda demandará grandes esforços de capacitação, tantos dos responsáveis pelo controle de qualidade da água para a elaboração dos PSA quanto dos responsáveis pela vigilância para auditoria dos Planos. Cabe lembrar que esforço semelhante foi enfrentado pelo Ministério da Saúde para estruturação da vigilância para a novidade e desafio que representou a Portaria 1469/2000, bem como das entidades representativas dos serviços de saneamento para capacitação do controle.

ECOS: De toda forma, como os PSA devem preferencialmente ser elaborados? Com pessoal próprio ou consultorias? Quais as maiores dificuldades para a elaboração e implementação?

Rafael Bastos - Como dito, os PSA reúnem princípios e instrumentos já consolidados em outros setores (por exemplo, na indústria de alimentos), mas com os quais nem sempre o setor saneamento está familiarizado. Assim, para a elaboração dos Planos, a dificuldade inicial pode ser apenas devida à "novidade", nada portanto que não se supere com capacitação, com boa orientação. Como também já mencionado, há praticamente uma década se tem



Ricardo Stricher - PMPA

promovido a difusão de conhecimentos sobre PSA, em geral para o "público em geral". Creio que o momento agora exige capacitação orientada para quem, de fato, tenha planejamento concreto de implementação de PSA, ou seja, oficinas orientadas para elaboração de casos concretos de PSA, em outras palavras, atividades de "aprender fazendo" ou, em terminologia mais em voga, algo no sentido da "aprendizagem baseada em problemas". Quer dizer, capacitação de equipes internas de empresas de saneamento que serão responsáveis pela elaboração do PSA, ou que já se encontrem no próprio processo de elaboração do Plano. A meu ver, só assim se justifica a consultoria externa; ou seja, no acompanhamento e orientação de equipe própria do serviço, de elaboração, e futuramente de execução do PSA. Planos elaborados de forma distanciada por consultoria contratada tendem, quase inevitavelmente, ao fracasso. Desafio nada menor é a implementação dos PSA de forma contínua. Para isso, é necessária a sensibilização e o comprometi-

“
É preciso constituir,
consolidar e valorizar
equipes intersetoriais
e interdisciplinares,
responsáveis pela
operacionalização
dos planos

mento não somente da área técnica das empresas, mas também dos gestores. É preciso constituir, consolidar e valorizar equipes intersetoriais e interdisciplinares, responsáveis pela operacionalização dos planos.



Renata Simmi/PMPA

Porto Alegre gasta todos os anos mais de R\$ 10 milhões **para remover centenas de focos de lixo**

Por **Maria Inês dos Santos Mello**
Jornalista e assessora de imprensa do DMLU

Em julho deste ano, a Prefeitura entregou uma escola de educação infantil com capacidade para atender 120 crianças de zero a cinco anos e onze meses no bairro Passo d'Areia. O custo da construção do prédio e da instalação dos equipamentos foi em torno de R\$ 1,2 milhão, oriundos de contrapartida de empresa privada. No mês de setembro, foi entregue à comunidade dos bairros Santana e Partenon a revitalização de uma praça, com a montagem de uma academia ao ar livre, nova quadra de esportes, rampas e pisos acessíveis, novos bancos e iluminação. O valor da obra, em torno de R\$ 1 milhão, também foi contrapartida de outras três empresas.

Gastando Milhões

O equivalente às quantias investidas em cada um dos melhoramentos citados, exatamente R\$ 878.400,00, é o que o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) gasta todos os meses para recolher o lixo jogado, despreocupadamente, por parcela da população nas ruas, nos terrenos baldios, nas praças e nos arroios. No final do ano, essa despesa chega a mais de R\$ 10 milhões. É importante destacar que há várias alternativas para que cada cidadão e cidadã descarte seus resíduos em locais corretos, além das coletas regulares de resíduos orgânicos, rejeitos e recicláveis.

As comunidades da periferia têm, duas vezes ao ano, o Projeto Bota-Fora, no qual assessores comunitários do Departamento avisam com antecedência o dia em que poderão se desfazer de objetos inservíveis, como móveis e eletrodomésticos. Na data prevista, o DMLU faz o recolhimento. Em oito locais da cidade há unidades de Destino Certo (ecopontos), que também recebem entulhos, madeira, terra, móveis, eletrodomésticos estragados e pneus. Basta que a pessoa leve ao local. Essa opção é para quem não quer contratar as coletas pagas que o Departamento possui.

Hortas e bibliotecas

para ampliar as possibilidades de reaproveitamento de resíduos orgânicos, o DMLU lançou, neste ano, o projeto de implantação de estações integradas de composteiras e plantio urbano sustentável. Assim, as comunidades podem levar resíduos como cascas de frutas, erva-mate e pó de café nos locais em que o Departamento mantém compos-

teiras. O composto, um fertilizante natural, é usado nas hortas que são desenvolvidas, e a comunidade pode usufruir das hortaliças produzidas. O Projeto Livro Livre é outra forma de reaproveitamento de livros, revistas e jornais que iriam para aterro. O Serviço de Assessoria Socioambiental do DMLU pinta e adapta geladeiras em desuso, transformando-as em estantes, onde esses materiais são expostos e oferecidos a quem tiver interesse. Com esse projeto, também há o incentivo à leitura.

Diante de todas essas opções para que a população destine os resíduos corretamente, sugere-se a reflexão: quantas escolas de educação infantil, postos de saúde e novas praças teríamos se o DMLU não precisasse mais desperdiçar R\$ 10.540.800,00 por ano para remover focos de lixo?



Projeto Livro Livre reaproveita geladeiras velhas e estimula a leitura

Ivo Gonçalves/PM/PA



Horta comunitária em unidade do DMLU

Aina Roloff/PM/PA



UDC Humaitá é a oitava unidade que recebe entulhos, móveis, eletrodomésticos, madeiras, terra e pneus

Maria Inês Meilo/PM/PA



Sérgio Louruz

Comitê de Mudanças Climáticas discute políticas **para sustentabilidade e resiliência na Capital**

Por **Rômulo Fernandes**

Jornalista, assessor de Imprensa da Smam

Reduzir o impacto das mudanças climáticas e incentivar a sustentabilidade e a resiliência no município. É com este foco que foi criado, no início de 2016, o Comitê de Mudanças Climáticas e Eficiência Energética, que reúne diversos órgãos da Prefeitura de Porto Alegre e da Sociedade Civil para a elaboração de programas e propostas que visam incentivar estes valores na administração pública municipal, além de propor um modelo de política de mudanças climáticas e eficiência energética a ser adotado pelo município.

Com representantes de mais de 25 entidades, o comitê se reúne quinzenalmente, definindo metas e indicadores para a redução das emissões de gases do efeito estufa e adaptação dos prédios municipais para geração ou consumo de energia limpa e renovável. Definidos estes princípios, o grupo prepara uma proposta de legislação que será apresentada através de audiências públicas e depois encaminhada à Câmara Municipal de Porto Alegre.

Entre os principais pontos do projeto está o incentivo à pesquisa, convênios e parcerias com universidades e a iniciativa privada para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis que contribuam na redução da pegada de carbono. Além disso, o incentivo à educação ambiental e à economia ver-

de é tratado como essencial para uma mudança de paradigma no que diz respeito à preservação dos recursos naturais.

Outro ponto de destaque é a mobilidade urbana, que representa 66% das emissões de dióxido de carbono (CO₂), conforme levantamento realizado em 2013 pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, em parceria com a Prefeitura de Porto Alegre. O objetivo é priorizar os modais de transporte não-motorizados e a circulação do transporte coletivo, além de minimizar a utilização de combustíveis fósseis e estimular o transporte hidroviário e ferroviário.

Reconhecida pela Fundação Rockefeller como cidade resiliente, Porto Alegre está entre as cem cidades do mundo com melhores condições para voltar à normalidade após desastres naturais. "Com a crescente ocorrência de eventos climáticos de grande impacto, como o devastador temporal que nos atingiu em janeiro de 2016, o município tem um papel fundamental na promoção de políticas efetivas para a mitigação dos efeitos da mudança do clima, tratando-se de um grande consumidor de recursos e prestador de serviços essenciais à população", destaca o secretário municipal do Meio Ambiente, Leo Bulling.



Sérgio Louruz

1ª Reunião do Comitê de Mudanças Climáticas



Ricardo Giusti

Nível do Guaíba atingiu recorde histórico em outubro de 2015



Betina Caruchinski

Lançamento do Comitê de Mudanças Climáticas e Eficiência Energética



Plano de Segurança é fundamental para a cidade manter a qualidade da água

Capital gaúcha inicia um debate sobre como enfrentar as ameaças a seu principal fornecedor de água, o Lago Guaíba. Sociedade precisa saber o que fazer nas eventuais emergências

Por **Charles Soveral**
Jornalista



“É fundamental que a cidade de Porto Alegre pense em avançar sobre como proteger o Lago Guaíba de futuros danos ambientais, especialmente desenhando um Plano de Segurança da Água (PSA).” Esta é a opinião de Antônio Elisandro de Oliveira, diretor-geral do Dmae, que assinala o quanto é importante o envolvimento da população e de todas as instituições comprometidas com a saúde e o meio ambiente da capital gaúcha na construção de um PSA.

Oliveira cita o bem-sucedido Grupo de Trabalho (GT) que atuou no evento de alteração de gosto e odor na água na metade do ano. Esse evento reuniu especialistas e técnicos, além do Dmae, dos órgãos ambientais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre e do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, através da Fepam, do Ministério Público, Centro Estadual de Vigilância - RS, Secretaria Municipal da Saúde de Porto Alegre, Departamento de Esgotos Pluviais e

Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Porto Alegre. Ele destaca que um plano de segurança e da qualidade da água precisa se basear na legislação nacional e em práticas reconhecidas internacionalmente. E diz que o Dmae deve seguir na linha de investimentos em tecnologias que possam minimizar os impactos de fontes de contaminação.

O diretor-geral do Dmae revela que há uma busca por aprimoramentos no processo de tratamento. E lembra que a tecnologia no saneamento avança com processos como a instalação de unidades de ozonização*, osmose reversa** e ultravioleta***, pois os processos físicos e químicos que são padrão nas empresas de saneamento podem ser insuficientes para dar conta da qualidade desejável, em decorrência do crescente grau de poluição dos mananciais hídricos. “Fornecer água de qualidade é um desafio cada vez maior, não apenas para Porto

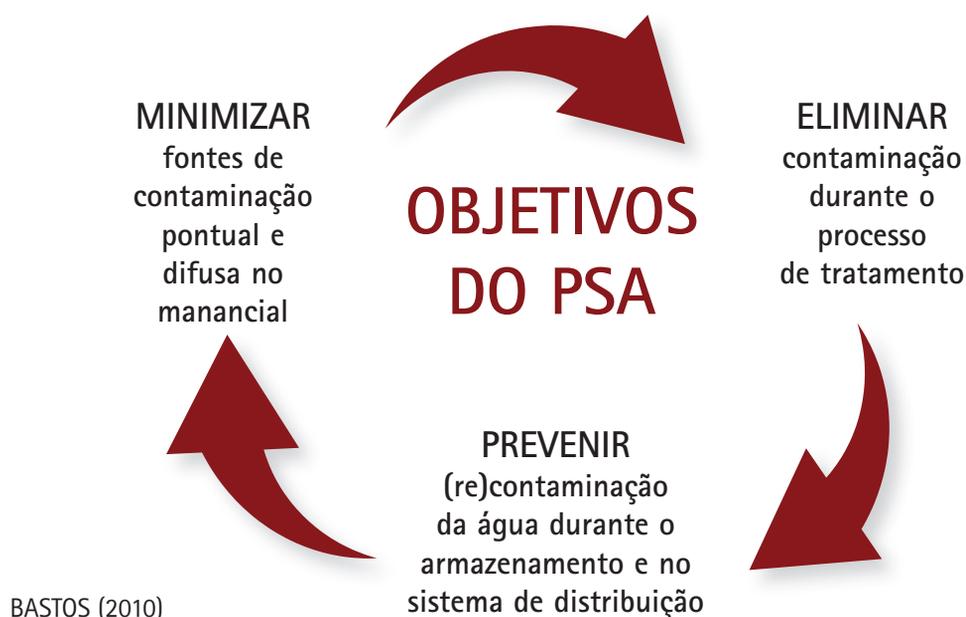
Alegre, mas para todos os centros urbanos do país. A ideia de um plano está no fato de se antecipar, reduzir, minimizar os impactos decorrentes da poluição ou de eventuais danos ambientais".

Algumas tecnologias, já de conhecimento dos técnicos do Dmae, começam a ser testadas mesmo antes da existência de um PSA. No caso do processo de ozonização, haverá uma fase experimental no Dmae que dimensionará a viabilidade técnica e econômica, e os resultados poderão indicar investimentos neste sentido, seguindo uma padrão tecnológico já praticado em boa parte da Europa. "Estudamos tudo o que se usa no mundo todo e tentamos trazer isto para a nossa realidade. Existem



Luiz Avila

Elisandro Oliveira defende amplo diálogo



**OZÔNIO, mais utilizado na Europa, é uma nova e importante tecnologia aplicada ao tratamento de águas de abastecimento. Devido ao seu elevado potencial de oxidação, a ozonização da água é capaz de reduzir e/ou remover inúmeros parâmetros de poluição ambiental, tais como cor, concentração de fenóis, toxicidade etc. A ozonização deve ser empregada em combinação com outros sistemas para atingir a completa remoção da carga orgânica presente no meio hídrico.*

***A OSMOSE REVERSA é uma técnica de tratamento da água que se vale de uma aplicação de pressão maior do que a pressão osmótica natural. Utiliza uma membrana com microporos que permite apenas a passagem de solvente (água pura), retendo os solutos (sais dissolvidos e contaminantes).*

****A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) é um método de desinfecção da água por descarga elétrica através de lâmpadas de vapor de mercúrio. Com esta radiação ataca os micro-organismos, impossibilitando sua reprodução.*

novas filtragens que aperfeiçoam o tratamento da água, mas é preciso dimensionar o impacto financeiro e o impacto no volume de água tratada por segundo, sem comprometer o tempo necessário para atender ao abastecimento."

Até agora, ao se agregar mais tecnologias ao tratamento, além de aumentar custos, normalmente o acréscimo de etapas ao processo significa mais tempo de tratamento e, portanto, menos água tratada disponível para os consumidores, o que pode ser um complicador, comenta o diretor-geral do Dmae. Ele conta que existem técnicas avançadas, como a osmose reversa, que agregam custo e reduzem a produção de metros cúbicos por segundo. "Penso, entretanto, que temos tecnologias intermediárias que vão além dos processos tradicionais de tratamento, mas que não chegam a estas membranas mais avançadas. É possível melhorar a qualidade, por exemplo, adicionando carvão ativado no leito filtrante (areia). É também eficiente, tem custo menor e não interfere tanto na produção. São cálculos que a cidade precisará fazer mais cedo ou mais tarde."

Diante dos desafios crescentes para se oferecer água de qualidade, o diretor-geral do Dmae defende que não se pode abrir mão de investimento em pesquisas, usando o máximo possível de recursos, além de estreitar a relação com a comunidade. "Não há tecnologia que possa dar conta do volume cada vez maior de poluentes. A sociedade pode ajudar muito, mas é preciso entender que a questão não é do Dmae, a questão é da sociedade. A sociedade hoje debate o saneamento de forma reativa, ou seja, reage a um evento como este que vivenciamos em 2016. Mas é preciso debater preventivamente", reforça ele.

Oliveira diz que nas últimas eleições e nas eleições anteriores o tema saneamento passou muito ao largo dos debates e isto precisa ser modificado porque, na realidade, é um tema muito importante, especialmente por estar no centro das questões ambientais urbanas. "A sociedade precisa buscar este debate de um plano de segurança e qualidade da água. Não pode a sociedade se fixar apenas na tarifa que é um fator muito importante. A sociedade precisa estar atenta para os licenciamentos ambientais e não flexibilizá-los, porque o desenvolvimento econômico desejado por todos não pode comprometer o ambiente natural onde todos vivemos. Este é um dos pontos de reflexão a ser incluído no debate de qualquer plano para o uso de nossas águas", conclui o diretor-geral do Dmae.



O acréscimo de etapas ao processo de tratamento da água acrescenta também mais custos. Hoje existem tecnologias intermediárias que podem tornar o tratamento da água viável para países em desenvolvimento, como o Brasil

Episódio em Porto Alegre alerta para a segurança da água

Por cerca de 80 dias, entre maio e agosto de 2016, centenas de profissionais de saneamento multiplicaram os esforços para combater uma alteração no odor e sabor da água tratada e distribuída em duas áreas importantes de Porto Alegre. Este lapso de tempo será lembrado no futuro como um primeiro grande alerta sobre a segurança da água da cidade que sofre cada vez mais com o ingresso de novos agentes poluidores.

O primeiro capítulo deste episódio conhecido pelas alterações de odor e sabor começou em 23 de maio e chegou ao ápice uma semana depois, em 31 de maio, quando mais de cem consumidores das

regiões Central e Norte da cidade registraram no serviço telefônico 156 da Prefeitura diversas queixas de alteração no odor e sabor na água distribuída pelo Dmae. "Em 23 anos de atuação no Dmae, nós enfrentamos muitos desafios como o mexilhão dourado e as florações de cianobactérias, mas este se apresentou como um desafio de grande magnitude, além das nossas expectativas, exigindo respostas rápidas", comenta Marcelo Faccin, diretor de Tratamento do Dmae.

Faccin conta que para enfrentar esta nova ameaça foi necessário montar um Grupo de Trabalho (GT) que envolveu, além dos técnicos do Dmae, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAM) e do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP), especialistas da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Fepam), das vigilâncias sanitárias do Estado e do Município, do Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro) do Ministério da Agricultura, do Ministério Público e até o pessoal da empresa de transportes públicos Trensurb em decorrência do local onde se deu grande parte das atividades.

O diretor de tratamento do Dmae revela que, ao longo deste período de cerca de 80 dias em busca das causas da alteração, foram produzidos cerca de 270 mil resultados de análises e, em nenhum momento, apesar das alterações organolépticas (sabor



Maria de Lourdes Wolff - Dmae

e odor, no caso), a água permaneceu fora dos parâmetros de segurança para consumo humano conforme o definido na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e na Portaria 320 da Secretaria Estadual da Saúde. "A portaria do Ministério da Saúde determina o monitoramento de 102 parâmetros, e a da Secretaria Estadual da Saúde determina o monitoramento de 46 parâmetros, incluindo compostos agrotóxicos. E água da cidade nunca correu este risco", destaca ele.

O Dmae monitora a qualidade da água em 16 pontos no Lago Guaíba: nos cinco pontos de captação, em quatro pontos na foz dos rios e em sete pontos do canal e das margens. "Isto significa mais de cinco mil resultados de análise/ano de forma regular e rotineira. A cidade possui atualmente seis sistemas de abastecimento de água, representados por mais de quatro mil quilômetros de redes", completa Faccin.

Os sistemas de abastecimento de água de Porto Alegre foram organizados em seis regiões: Menino Deus, São João/Navegantes, Moinhos de Vento, Belém Novo, Tristeza e Ilha da Pintada. Os problemas de odor e gosto, foram mais fortemente percebidos nos sistemas São João/Navegantes e Moinhos de Vento (Zona Norte e Centro da Capital).

A partir das reclamações, o Dmae iniciou uma verificação de todos os processos dentro dos seis sistemas de abastecimento de água para checar a possibilidade de um problema interno. Como não foram observadas alterações nos procedimentos, o

“
Evento de
alteração nas
propriedades da
água gerou mais
de 270 mil
resultados de
análises feitas
por laboratórios
acreditados
”



Cristine Rochol - PMPA

passo seguinte, com a ajuda do GT, foi buscar respostas no Lago Guaíba e no entorno dos locais reportados pelos usuários. "Passamos a adição de carvão ativado e o dióxido de cloro para 24 horas. Até então o dióxido de cloro era usado por até oito horas por dia no controle do mexilhão dourado na fase larval", explica Faccin.

O GT passou a analisar as bacias de contribuição e os grandes empreendimentos (empresas), localizadas na margem esquerda do Guaíba. Este trabalho foi especialmente desenvolvido pela Fepam e pela Smam. "Foi aí que descobrimos que a Demanda Química de Oxigênio (DQO) na casa de bombas da Trensurb apresentou valor superior a um mil miligramas por litro dentro do poço de acumulação. Isto nos levou a uma provável origem do problema: uma empresa de tratamento de resíduos industriais localizada na região norte da cidade, afirma o diretor de Tratamento.

Faccin revela que foi buscar apoio além da capacidade analítica do Dmae: "Precisávamos de laboratórios acreditados que poderiam gerar laudos sobre diversos parâmetros, muitos acima do que estava previsto na legislação. Recebemos críticas por levarmos as amostras para um laboratório em São Paulo.

“

A busca de uma rápida solução resultou em mais custos ao tratamento.

O episódio de alteração de odor e sabor teve um custo para o Dmae de cerca de R\$ 5 milhões



Charles Soveral

Para Ana Maria Marchesan a legislação ambiental precisa garantir a proteção dos recursos hídricos

Nós temos a capacidade analítica instalada no RS, mas nenhum laboratório daqui possuía todos os requisitos para geração de um laudo acreditado."

O chefe da Divisão de Fiscalização da Fepam, Vagner Hoffmann, registra que a interdição da empresa Cettraliq ocorreu no dia 10 de agosto de 2016 e se deu pela constatação da geração de odores fora dos limites do empreendimento e do descumprimento de exigências que haviam sido feitas no início das investigações, principalmente no controle dos odores. "Em nossas avaliações técnicas, não é possível este empreendimento voltar a operar naquele local. Em nosso entendimento, a solução para o controle de odores não desejáveis está na remoção de todos os passivos e resíduos resultantes dos processos de tratamento daquela empresa", observa Hoffmann.

A promotora de justiça do Ministério Público, Ana Maria Marchesan, afirma que um inquérito foi instaurado na Promotoria com base nos laudos e dados que foram repassados pelo Dmae e pelos técnicos. "Todas as reclamações que foram feitas diretamente na Promotoria estão sob nosso monitoramento. Ligamos para estas pessoas que reclamaram e perguntamos a elas sobre como estava a percepção das pessoas a respeito da qualidade da água. O fato é que a interdição permitiu uma solução do problema. Se não é o ideal, é, pelo menos, razoável para a cidade de Porto Alegre."

Ana Maria Marchesan diz que este evento permitiu refletir sobre a questão do licenciamento ambiental. "O país está passando por um momento perigoso com a revisão da legislação ambiental no sentido de tornar menos rígidas as exigências, na contramão do que o planeta todo está fazendo, o que seria um brutal retrocesso para a sociedade brasileira. Iniciativas neste sentido já tramitam no Congresso, e estamos preocupados com isto. No afã de permitir empreendimentos econômicos, vários controles estão por cair. A preocupação é que o licenciamento se transforme em um procedimento meramente cartorial", garante ela.

Este evento em Porto Alegre é muito interessante, discorre a promotora, pois a empresa suspeita, do ponto de vista da legislação vigente, não apresentava grandes problemas e estava legalmente habilitada. "Mas ao causar os danos que causou nos trouxe a questão de rever os parâmetros legais. Temos que repensar, por mais que a gente projete um plano de segurança da água em Porto Alegre, que ainda não possui um. O fato é que o Guaíba está na base de sustentação da vida na nossa cidade, na nossa região. Nós temos que repensar os licenciamentos ambientais que impliquem impactos no Guaíba, em Porto Alegre e nas demais cidades interligadas ao manancial hídrico.

Para o diretor-geral do Dmae, Antônio Elisandro de Oliveira, o episódio das alterações (odor e

sabor) na qualidade da água foi encerrado com a intervenção e fechamento da empresa que tratava os resíduos no Bairro Navegantes, mas a preocupação com o assunto não. "Não conseguimos, apesar de todas as análises e esforços, determinar os compostos ou o composto responsável pela alteração naquele evento. A poluição no entorno do empreendimento continua, nossos custos no tratamento, como o uso de carvão ativado, ainda persistiram até o mês de novembro, especialmente para as regiões Central e Norte da cidade. E é claro que é preciso dar muita atenção ao monitoramento das casas de bomba e drenagem da região", diz Oliveira.

Para se ter uma ideia do impacto financeiro nas contas públicas, o Dmae gastou neste episódio, com as medidas corretivas, mais de R\$ 5 milhões em quantidades extras tanto de carvão ativado quanto de dióxido de cloro.

O consumidor de Porto Alegre pode monitorar pela internet, ou diretamente na via de cobrança do serviço de água e esgoto, a qualidade e os parâmetros da água da cidade. Os dados obtidos através destas amostras coletadas regularmente viram laudos, que são públicos e permitem ao ci-

dadão interessado ter as informações acessando o site do Dmae ou até mesmo olhando no verso da conta de água.

Guaíba sofre com novas contaminações e poluentes orgânicos emergentes

Centenas de compostos químicos e resíduos industriais são lançados diariamente na bacia hidrográfica do Lago Guaíba, que tem uma área de 85.950 quilômetros quadrados, equivalente a trinta por cento do território gaúcho. Estes produtos, em grande medida, não são removidos nos tratamentos tradicionais para purificação da água para consumo humano. O alerta é da pesquisadora e professora adjunta de Engenharia Ambiental da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) Renata Oliveira.

Renata Oliveira participou de seminário no Sindicato dos Engenheiros do Rio Grande do Sul



Ivo Gonçalves - PMPA

(Senge) em setembro passado em que o tema principal era a segurança e a qualidade da água do Lago Guaíba. Segundo a professora, estes produtos gerados pela poluição e pelo uso das águas com a adição constante de componentes não naturais geram problemas de saúde ainda pouco observados porque são bioacumulativos (que causa acumulação de substâncias tóxicas nos organismos vivos). "Interferem diretamente na saúde humana e na saúde dos animais que vivem no Guaíba ou usam sua água. Nos humanos, gera baixa fertilidade, pois altera o sistema hormonal, produzindo, por exemplo, a obesidade infantil, a menopausa precoce e diversas formas de câncer, entre outros aspectos."

Ela lembra que parte dos medicamentos que ingerimos não é absorvida pelo corpo humano e acaba sendo excretada e, apesar de passarem por uma estação de tratamento de água e esgoto, não existe uma etapa no processo que possa remover estes produtos e nem mesmo detectá-los de forma contínua e rotineira.

Conforme a professora de Engenharia Química da Ufrgs, estes produtos, por não terem seus efeitos estudados, estão fora dos monitoramentos ambientais padronizados. "Na academia trabalhamos com a perspectiva de remoção de produtos químicos como anticoncepcionais, paracetamol, antibióticos. Outra fonte de preocupação e de poluição muito comum aqui no Rio Grande do Sul são produtos usados como defensivos agrícolas. Muitas

vezes o que difere um remédio de um veneno é a dose apenas. E nossos agricultores nem sempre estão preparados para aplicar estes produtos nas quantidades exatas e evitar os excessos que muitas vezes acabam por serem conduzidos até o Guaíba, no nosso caso", alerta ela.

Sobre a bacia hidrográfica do Guaíba, a preocupação ambiental é crescente, pois Renata Oliveira observa que nela estão situados os núcleos industriais mais importantes do Rio Grande do Sul, concentrando dois terços da produção industrial gaúcha, além de abrigar os centros urbanos mais populosos, onde vivem setenta por cento da população do Estado. "A indústria, de uma forma geral, é um dos principais contribuintes para este cenário de contaminação dos mananciais. Me preocupa que, em muitos casos, as indústrias poluidoras e tecnicamente responsáveis pelo efluentes químicos não tenham ou não façam o tratamento antes de lançar os resíduos nos rios e lagos. As medidas preventivas atualmente se resumem a um simples filtro. Isto é inaceitável, até porque existem tecnologias que deveriam ser exigidas das indústrias poluidoras. Se o órgão ambiental não exige este tratamento, não há como cobrar, lamentavelmente. Como obrigar o empreendedor a tratar seus resíduos, como obrigá-lo a remover os poluentes, até mesmo os mais elementares como nitrogênio e fósforo?", pergunta ela.

A legislação ambiental é foco de preocupação para a pesquisadora. Ela explica, por exemplo, que a legislação atual estabelece limites para a concentração de fármacos ou antibióticos em alimentos, mas a Portaria 2914/2011, que regula as atividades industriais, não traz nenhum limite destes componentes para consumo humano na água que ingerem. "Já foi identificado que animais, como peixes que vivem neste meio, estão com suas características naturais modificadas, alguns até não conseguem mais se reproduzir."

Sobre a presença da cafeína nas águas do Guaíba, Renata Oliveira afirma que isto também preocupa, por ser um indicador de poluição. "A cafeína em si é facilmente removida da água com carvão ativado, mas funciona para alertar sobre o nível de poluição do manancial hídrico. Em pesquisa recente (2013), conduzida pelo professor Wilson Jardim, da Unicamp, em diversas capitais e cidades brasileiras, a cidade de Porto Alegre apresentou o valor mais elevado, o que nos deixa preocupados e em alerta."



Charles Soveral

Renata Oliveira alerta para a presença dos bioacumulativos

A professora, por fim, garante que já existem alguns métodos de remoção eficientes, como os oxidativos avançados, o tratamento biológico, osmose reversa, nanofiltração, a degradação UV e os processos de sorção (aplicação do carvão ativado). "Soluções técnicas existem, mas todas estas tecnologias exigem investimento muito alto e o desafio tanto de pesquisadores como de gestores públicos é o de encontrar o que é economicamente viável", conclui ela.

A ameaça que vem dos microrganismos emergentes

Que água podemos ter? Que água queremos? É possível monitorar? O que será possível monitorar? Estas são questões levantadas pelo professor da Universidade Feevale, de Novo Hamburgo, Fernando Rosado Spilki, que, no evento sobre qualidade e segurança da água do Guaíba, ocorrido em setembro no Sindicato dos Engenheiros do RS (Senge- -RS), assinalou ser a espécie humana o principal fator das transformações naturais que hoje se voltam contra o ser humano. "Nós modificamos o planeta indelevelmente", provoca ele.



Spilki lembra que a preocupação com os poluentes hídricos vem desde o século XIX

Desde 1850 vêm sendo monitoradas as condições da água, por se saber que podem trazer problemas para a saúde humana. O professor da Feevale, que é coordenador do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental, diz que o principal aspecto a ser analisado pelo homem na época foi a poluição fecal na água. "A partir de então, outros problemas começam a surgir e a serem analisados. Passamos a ter preocupação com a poluição orgânica, a salinização e a poluição por metais, até chegarmos aos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), a mais recente ameaça ao ser humano."

Os POPs constituem um grupo bastante amplo de microrganismos causadores de uma série de doenças. Nas últimas décadas, a incidência de muitos desses agentes nos seres humanos vem aumentando de forma significativa. Bactérias emergentes, por exemplo, são micro-organismos novos ou já conhecidos que, por algum motivo, adquiriram novo perfil de resistência a antibióticos, apresentando maior gravidade que os demais.

Spilki lembra que estes tipos de problema vêm crescendo e tomando um vulto muito importante, e que nós ainda não conseguimos resolvê-los totalmente, em especial nos países como o Brasil, em desenvolvimento econômico e social. "Não há ainda uma preocupação real quanto a este tipo de problema. A sociedade reclama quando algo acontece, mas ainda não trabalha de forma preventiva, pelo menos nos níveis em que deveria", assinala.

Para o coordenador do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental da Feevale, a preocupação atual está, em grande medida, na contaminação microbiológica da água. Ele explica que é importante o monitoramento no combate a doenças cuja transmissão se dá ou é veiculada pelo meio hídrico. Segundo o professor, o monitoramento microbiológico clássico se baseia em indicadores de contaminação fecal, basicamente a *Escherichia coli* e o *Enterococcus*. "Eu acredito que devemos estudar mais, ir além destes indicadores. Coliformes fecais como marcadores falham especialmente em indicar a presença de outros patógenos, como parasitos, tais como *Cryptosporidium*, *Entamoeba*, *Naegleria* e ovos de helmintos, vírus entéricos e outras bactérias, como *Campylobacter*, *Vibrio* e *Helicobacter*", completa ele.

Para Spilki, outra grande preocupação está no Rotavírus A em seres humanos, que se dá através de transmissão fecal-oral e afeta especialmente crianças entre seis meses de idade e a idade pré-

-escolar (cinco anos aproximadamente) e oferece um quadro clínico de diarreia, vômito, desidratação. "Trata-se de um vírus muito resistente e que não é atingido pela maioria dos sistemas de tratamento da água. A Organização Mundial da Saúde (OMS) investiu na vacina contra o Rotavirus A, exatamente porque os sistemas de tratamento já não davam conta de conter este tipo de ameaça à saúde do ser humano."

O professor conclui que é preciso entender que estas ameaças tornam-se cada vez mais complexas e exigem soluções elaboradas e compartilhadas com adoção de tecnologias protetivas que são investimentos absolutamente necessários para a garantia da qualidade de nossos recursos hídricos.

Bactérias resistentes mais comuns e presentes em meio hídrico

Escherichia coli

Salmonella enteritidis

Campylobacter spp

Listeria monocytogenes

Hantavirus

Plano de Segurança da Água vai da bacia hidrográfica até as residências

O desastre provocado pelo rompimento da barragem da empresa Samarco, em 5 de novembro de 2015, na localidade de Mariana (MG), provocou danos gigantescos ao meio ambiente naquela região, impactando por anos e talvez décadas a qualidade das águas do Rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Foram pelo menos 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração que destruíram, em poucas horas, a fauna e a flora no entorno do Rio Doce, e os efeitos desta catástrofe ainda permanecem. Este evento, segundo o professor Dieter Wartchow, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio

Grande do Sul (Ufrgs), revela o grau de importância que deve ter um Plano de Segurança da Água (PSA). "A tragédia fica maior porque, sem um plano previamente definido, a catástrofe fica sem respostas e sem soluções. Talvez, com um plano que apontasse medidas emergenciais, a catástrofe tivesse um impacto menor."

Wartchow fez esta análise ao participar de encontro no Sindicato dos Engenheiros do Rio Grande do Sul (Senge-RS), em setembro de 2016, para tratar da qualidade e da segurança da água por ocasião do surgimento de odor e gosto em parte da água consumida em Porto Alegre. Para o professor da Ufrgs, um PSA significa qualidade nos processos. "O Plano é o modo mais efetivo de garantir consistentemente a segurança de um sistema de abastecimento de água potável, através do uso de uma abrangente avaliação e gerenciamento de risco que abarque todos os passos de um sistema, desde a captação até o consumidor."

Segundo Wartchow, a construção de um PSA, seja para Porto Alegre ou para qualquer outro município, precisa considerar desde a proteção da bacia hidrográfica, e ir avançando pelos sistemas de tratamento da água, pelos sistemas de distribuição da água, até chegar nas instalações prediais.



Charles Soveral

PSA tem que ser pensado do manancial hídrico até as residências explica Wartchow

INTERNACIONAL

EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE PSA

Uganda, Portugal, China, Nova Zelândia, Austrália, Alemanha



EVS Secretaria de Vigilância em Saúde

Vieira (2011)

"É preciso fazer o trajeto do manancial até a residência. E ainda se preocupar com o retorno, ou seja, com o esgoto. Não podemos esquecer que somos nós, os humanos, os principais responsáveis pela degradação e poluição dos mananciais hídricos", sentencia ele.

Wartchow, que já foi diretor geral do Dmae, lembra que o PSA está previsto nas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde como método de gerenciamento de riscos ambientais e de saúde pública. "É preciso buscar uma interdisciplinaridade, uma visão sistêmica, integrada com os diferentes atores, e desenvolver e aplicar o PSA como ferramenta para interpor barreiras à problemática da qualidade e quantidade de água distribuída à população", observa.

Para ele, o planejamento ambiental precede a execução do PSA. O professor da Ufrgs defende um processo organizado de obtenção de informações, de reflexão sobre os problemas e potencialidades de uma região, de definição de metas e objetivos sobre os problemas com as respectivas estratégias de ação. "Temos que planejar a partir de um diag-

nóstico, montar este quebra-cabeça e nos antecipar aos problemas."

Ao questionar a existência de planos de bacias hidrográficas, Wartchow defende que a sociedade precisa reivindicar junto aos diferentes governos a capacitação dos recursos humanos para que possam fazer um trabalho mais efetivo e de qualidade. "Precisamos migrar a abordagem científica, construir uma ponte entre o político e o econômico para que possamos ser ouvidos e direcionar a problemática para a causa. É importante observar os princípios jurídicos que regem a gestão do uso da água", assinala ele.

A Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, seguindo recomendações da OMS, estipula que um PSA deve fazer uma avaliação do sistema desde as bacias hidrográficas, mapear potenciais agentes poluidores, proceder a um monitoramento de forma regular e rotineira e implementar planos de gestão que possam atuar em momentos de crise. "Para que, quando algo grave acontecer, as diferentes forças e instituições responsáveis e/ou envolvidas possam saber exatamente o que devem fazer", prega Wartchow.



Mariana Zanotelli/ENOPS

Pensar o futuro: fórmula para sustentabilidade. A importância de um plano de controle de perdas de água

Por **Andréa Menezes de Souza**
Jornalista, assessora de imprensa do Dmae

A consciência da responsabilidade sobre a proteção dos recursos hídricos norteia debates e pesquisas nacionais e internacionais no setor de saneamento há décadas. Com a crescente escassez hídrica e custos cada vez mais altos de energia elétrica, as ações pontuais dos prestadores de serviços de saneamento tornaram-se deficientes, e o controle e combate às perdas de água de forma sistêmica e contínua é a fórmula atual para manter a sustentabilidade dos sistemas. Dentro deste

contexto, o Departamento Municipal de Água e Esgotos (Dmae) de Porto Alegre, que registra ações internas para controle de perdas desde 1984, constituiu, em outubro de 2014, um Grupo de Trabalho Permanente de Controle de Perdas (GTPerdas). Este GTPerdas reuniu todo o conhecimento acumulado internamente em programas e projetos anteriores, e reestruturou o funcionamento e as ações referentes ao controle de perdas de água no Departamento. "A coordenação é da Direção Geral

do Dmae, que conta com uma assessoria técnica de profissionais do quadro. Além dessa coordenação, o GTPerdas tem representantes de todas as diretorias. E são esses representantes que encaminham a execução dos planos discutidos e elaborados dentro do GT.", relata Flávio Machado, Gerente de Distribuição e Coleta (GDCO) e um dos assessores técnicos do GTPerdas. Concebido para atuação transversal dentro do Dmae, com o objetivo de "acertar e definir novos e definitivos rumos, com metodologia moderna e estruturação real para chegar aos resultados que se quer", conforme definição do Coordenador do GTPerdas, o Diretor Adjunto do Dmae Ronaldo Napoleão, o GT teve como uma de suas primeiras constatações a necessidade de contratação de assessoria externa na área de saneamento, para auxiliar tecnicamente na definição de estratégias globais, estruturantes, como modernização institucional, desenvolvimento gerencial, institucionalização de ações nos processos da operação dos sistemas de abastecimento e desenvolvimento de uma cultura interna de combate permanente às perdas.

Em 2015, a primeira licitação acompanhada pelo novo GTPerdas resultou no contrato para implementação de distritos de medição e controle em sistemas de abastecimento de água tratada - setorização, que iniciou em janeiro de 2016, com previsão de setorizar 90km de rede/ano e orçamento de R\$ 2 milhões/ano, por um período de até cinco anos. Até o momento, foi contemplada a região do Morro do Osso, identificada como uma das áreas com maior perda física de água na cidade, setorizando partes dos bairros Vila Assunção, Cavalhada

e Camaquã, beneficiando cerca de 51 mil pessoas. Em 2016 as atividades do GT continuaram, mesmo após o decreto municipal de redução de despesas, assinado pelo prefeito José Fortunati em março, que impossibilitou ao Dmae a contratação da assessoria especializada que atuaria conjuntamente com o GTPerdas. A situação alterou-se em agosto, após anúncio de chamada pública pelo Ministério das Cidades para seleção de Prestadores de Serviços de Abastecimento de Água interessados em receber apoio para projeto de Redução e Controle de Perdas de Água e de Uso Eficiente de Energia Elétrica. O GTPerdas trabalhou intensamente para reunir dados e inscrever seu projeto, que acabou contemplado em novembro, junto com projetos de outras cinco empresas de saneamento do país. O resultado garante uma consultoria internacional financiada pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird), no valor de R\$ 2 milhões. A consultoria, escolhida pelo Ministério das Cidades via Programa de Desenvolvimento do Setor Água - Interáguas, terá prazo de 18 meses e será realizada no subsistema São Manoel, um dos primeiros bombeamentos do Sistema Menino Deus, beneficiando aproximadamente 400 mil pessoas em Porto Alegre.

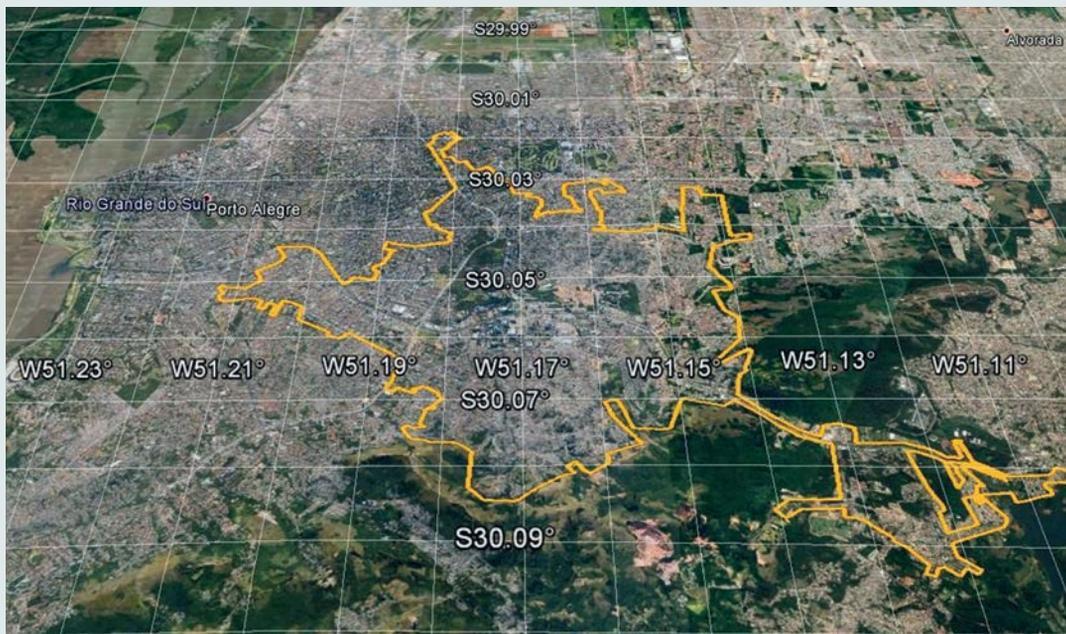
"Não há mais como falar em produzir e distribuir água, fazer a coleta do esgoto, sem efetivo combate às perdas. Há muito tempo o Dmae trata responsabilmente dos vários tipos de perdas nos sistemas, mas, com o conhecimento que essa consultoria internacional trará, ganharemos uma metodologia definitiva, o conhecimento será incorporado à metodologia do Dmae na área de perdas.", enfatiza Napoleão.

A expectativa é de que todas as etapas, da captação à medição, sejam analisadas e que o Departamento ganhe aporte de conhecimento técnico e teórico. "Com o GTPerdas, conseguimos discutir ações prioritárias e estratégicas. As ações de combate às perdas estão inseridas no planejamento estratégico e, a partir de 2017, estarão gravadas em orçamento, isso foi um grande passo", afirma Rosane Coimbra, assistente técnica da Diretoria de Operações (DO) e representante da DO no GTPerdas. Além disso, os órgãos financiadores têm exigido programas internos de controle de perdas de água e de eficiência energética para empresas demandantes de financiamento. Como o Dmae tem projetos para expansão de rede na zona sul de Porto Alegre, é fundamental para o futuro do abastecimento em Porto



Ronaldo Napoleão, Diretor Geral Adjunto do Dmae e coordenador do GTPerdas

Andréa Menezes - Dmae



A Ebat São Manoel abastece uma área de aproximadamente 2.430 hectares, constituída pelos bairros: Santana, Jardim Botânico, Partenon, Petrópolis, Cel Aparício Borges, Santo Antônio, Jardim Carvalho, Jardim do Salso, Bom Jesus, Vila João Pessoa, Vila São José, Agronomia e parte da Lomba do Pinheiro. O volume total de perdas de água na área é de 40,27%. A meta do projeto é reduzir em 71,08% esse percentual.

Alegre que o Dmae avance nessas áreas. "A segunda fase do projeto contemplado na chamada pública é focada na economia de energia elétrica. Cadastramos várias Estações de Bombeamento de Água Tratada (Ebat), com prioridade para a Ebat São Manoel (que está no escopo do projeto de perdas). O diagnóstico para eficiência energética de casa de bombas será feito pela consultoria, e seremos capacitados tecnicamente para saber que equipamentos devem ser utilizados, que ações devem ser tomadas para realizar esse diagnóstico. Essas ações serão somadas ao que o Dmae já faz com auxílio da Comissão Interna de Controle e Eficiência Energética (CICEE) e poderemos reproduzir as ações nas outras Ebats", complementa Coimbra. A energia elétrica representa mais de R\$ 56 milhões/ano nos custos do Departamento porto-alegrense.

O orçamento de 2017 do Dmae prevê mais de R\$ 19 milhões em investimentos para garantir a execução do Programa de Controle de Perdas. Os valores serão investidos em substituição de redes, setorização, instalação de micromedidores de radiofrequência em áreas selecionadas por critérios de leitura, instalação de equipamentos para macromedição e transmissão de dados de macromedi-

ção para o Sistema Supervisório, migração de softwares para qualificação do processo de leitura, instalação de pontos de telemetria, contratação de levantamento topográfico para atualização de cadastros comerciais e instalação de dispositivos redutores de desperdício de água e caça-fraudes. "Conseguirmos o orçamento para ações já em 2017 foi a segunda grande conquista do GTPerdas e do Dmae no ano. Será um ganho extraordinário nas metas do dia-a-dia. Conseguiremos nos pautar pelos princípios de desenvolvimento sustentável estabelecidos pelo pacto global da ONU, com planejamento estratégico, eficiência na produção, com economicidade e especialmente confiabilidade e veracidade de dados e informações, o que deverá levar à solução de muitos e graves problemas que temos em perdas de água e faturamento.", finaliza o Diretor Geral Adjunto Ronaldo Napoleão.

O investimento no controle de perdas otimiza o uso dos recursos naturais e financeiros, garantindo a sustentabilidade dos sistemas ao longo do tempo. Investir em processos-chave dos sistemas de abastecimento de água traz como consequência a eficiência gerencial, hídrica e energética, e consequente melhora nos serviços prestados à toda população.



A contribuição dos Comitês de bacias nos Planos de Segurança das Águas

Durante todo o desenvolvimento da humanidade, a água sempre esteve presente em sua evolução. Não somente para a mais básica de todas as necessidades que é a água para beber, mas também em diversos outros usos, quer seja nos rituais de batismo e purificação, por seu simbolismo, como *habitat* dos peixes que nos alimentam ou na navegação que nos conduziram às grandes descobertas.

E, embora a água seja abundante em nosso planeta, somente cerca de 3% são de água doce, e desse percentual somente 1% está disponível para o consumo humano. Isso nos leva a refletir sobre como devemos preservar esse importante recurso tão necessário à manutenção da vida do planeta Terra e da espécie humana. Dentro desse panorama, o Brasil se posiciona como um país que tem conforto hídrico. E, embora tenhamos regiões áridas e às vezes a água se distribua de forma desigual no tempo e no espaço, nossa nação tem muitos rios e lagos, bem como grandes reservas subterrâneas, que são outro grande fator de desenvolvimento das sociedades.

Refletir sobre a preservação da água é pensar na nossa própria sobrevivência e nos leva a questões com múltiplas facetas, dentre elas a esfera política de relacionamento, uma vez que diversos usos estão intimamente ligados: o abastecimento das cidades, a irrigação da agricultura e o insumo para a indústria, sem contar a pesca, o turismo e o transporte e que muitas vezes esses usos são concorrentes.

Muitas vezes queremos fazer o que é correto, mas de forma geral pensamos que

não temos o poder necessário, que isso cabe aos governos ou grandes corporações, mas isso pode facilmente ser resolvido se observarmos pequenos detalhes em nossa vida cotidiana: evitar o desperdício e controlar a poluição, bem como o consumo consciente pode fazer uma grande diferença, principalmente se isso for em grande escala, com todos participando. Não tomar banhos demorados, sempre que possível, reutilizar a água da máquina de lavar, da chuva, separar o lixo e dar a destinação final a cada tipo de resíduo, regar as plantas no horário matinal, reciclar objetos e comprar só o que realmente for necessário são grandes contribuições que nós, enquanto cidadãos comuns, podemos dar.

Dentro desse contexto, existem os comitês de bacia, que são colegiados compostos de conselheiros oriundos de diversos segmentos dos usuários de água, da sociedade e dos órgãos de governo que estão habilitados e tem a atribuição legal de auxiliar no planejamento do uso mais eficiente de nossas águas, quer seja através da administração de conflitos de usos concorrentes, quer seja no planejamento sustentável desses usos. Dessa forma, os comitês de bacia desempenham um papel muito importante que é o de pactuar os usos da água sem que falte para os outros manterem sua sobrevivência ou a manutenção de suas atividades econômicas.

Os comitês de bacia podem ainda trazer grandes contribuições aos Planos de Segurança das Águas, pelo seu acúmulo de conhecimentos formais documentados ou empíricos, de seus representantes, trazendo à

Paulo Cesar Cardoso Germano

é engenheiro civil pela UFRGS, chefe do Departamento de Gestão de Recursos Hídricos da Corsan e vice-presidente do Comitê do Lago Guaíba.



Joel Vargas - PMPA

tona informações que podem ser primordiais no desenvolvimento de ações de prevenção, de controle dos riscos e até num eventual contingenciamento dos recursos hídricos e também econômicos.

Como a tendência da população mundial é aumentar, e o consumo *per capita* também, — por meio do desenvolvimento da indústria e da expansão da fronteira agrícola, — para suportar esse crescimento, as questões sobre a preservação do meio ambiente e das águas de que tanto necessitamos também devem ter um comprometimento incontestável em sua defesa. Não somente da quan-

tidade, mas também da qualidade e na distribuição entre os usos.

Trazendo esses elementos à realidade local, o Plano de Bacia do Lago Guaíba, aliado aos outros planos — de saneamento e desenvolvimento urbano municipais, — nos darão um norte a ser seguido para a preservação quali-quantitativa das águas, nos ajudarão a perceber que o desenvolvimento sustentável é possível e que um dia as praias do Lago Guaíba voltarão a ser balneáveis, simbolizando, dessa forma, a salubridade do ambiente e a qualidade das águas que tanto apreciamos.

Ficar coladinho em quem você gosta é legal.



Mas ficar coladinho nos ciclistas, não!



O trânsito é um espaço de todos. Seja você a mudança.



PREFEITURA
PORTO
ALEGRE

DMAE

Departamento
Municipal de
Água e Esgotos
Porto Alegre

55
anos

comunicação dmae

Desde 1961, aprimorando a arte
de servir com excelência.

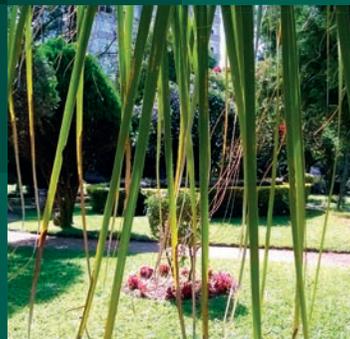


Prefeitura de
Porto Alegre

Hidráulica Moinhos de Vento

ECOS. Técnica

Encarte nº 9 ▪ Dezembro de 2016



Apresentação

O Encarte Técnico da Revista ECOS é um dos instrumentos que a Universidade Corporativa do Dmae (UNI) utiliza para promover a gestão do conhecimento. Dessa forma, os servidores têm a oportunidade de desenvolver e compartilhar os conhecimentos adquiridos a partir da experiência profissional no Dmae, bem como de publicar as fotografias que demonstram seu olhar sobre o Departamento, registrando e preservando a memória institucional.

A edição de dezembro de 2016 apresenta uma amostra desses conhecimentos produzidos pelos colegas da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto. Com o título "Ensaio de genotoxicidade com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* e relações com parâmetros físico-químicos em Estações de Tratamento de Esgotos de Porto Alegre/RS", o trabalho buscou avaliar estes ensaios, monitorados-os em duas Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs de Porto Alegre/RS por meio do teste de micronúcleo em *Tradescantia* (Trad-MCN).

O teste Trad-MCN é uma técnica simples, rápida e de baixo custo, que pode ser implantado para atender à legislação ambiental aplicada aos padrões de emissões de efluentes tratados nas estações do Dmae. Alguns ensaios genotóxicos tradicionalmente recomendados nas normas ambientais, além de serem dispendiosos, apresentam controvérsias entre os especialistas quanto ao seu poder de bioindicação. Com este trabalho, o Departamento tem condições de aprimorar a avaliação da eficiência dos processos de tratamento de forma mais rápida e eficaz.



**PREFEITURA
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

Coordenação de Jornalismo
Roberto Alves d'Azevedo (Mtb 4.012)

Edição
Maria de Lourdes da Cunha Wolff (Mtb 6.535)

Foto da Capa
Adriana Ferrari

Diagramação
Imagine Design

Revisão
Ademar Vargas de Freitas

Impressão
Quatro Estações Indústria Gráfica Ltda.

Tiragem
2.500 exemplares

ECOS Técnica

ECOS Técnica é uma publicação encartada na Revista ECOS, ano 23, dezembro de 2016, 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.

Comissão Editorial da ECOS Técnica

Titulares

Anelise Sampaio dos Santos (DA)
Elisete Silva dos Santos (DD)
Flávio da Cunha Machado (DO)
Márcia Regina Thewes (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



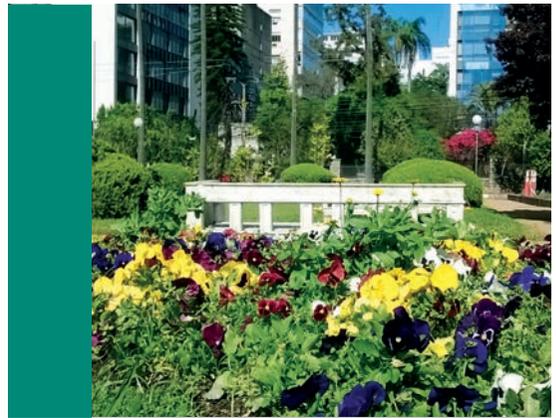


3

Apresentação

7

Ensaio de genotoxicidade com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* e relações com parâmetros físico-químicos em Estações de Tratamento de Esgotos de Porto Alegre/RS



16

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

Ensaio de genotoxicidade com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* e relações com parâmetros físico-químicos em Estações de Tratamento de Esgotos de Porto Alegre/RS

Márcia Regina Thewes¹
Ana Marisa de Oliveira Alves²
Rodrigo da Rocha Andrade³
Luciana Monteiro de Moura⁴

Resumo

Com o crescimento urbano, os corpos hídricos das grandes cidades e de seus entornos vêm sofrendo aumentada degradação, causada pelos efluentes domésticos, industriais e pelas águas remanescentes das irrigações e aplicações dos biocidas. Os bioensaios vegetais têm capacidade de detectar baixos níveis de genotoxicidade, tanto em períodos curtos de exposição *in situ*, quanto em experimentos laboratoriais. O teste de micronúcleo em *Tradescantia* (Trad-MCN) é considerado uma valiosa ferramenta pela simplicidade da metodologia e sensibilidade desta planta à exposição aos agentes genotóxicos. O objetivo deste trabalho é avaliar ensaios de genotoxicidade com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* e suas relações com parâmetros físico-químicos monitorados em duas Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs de Porto Alegre/RS. O teste possui sensibilidade às variações dos parâmetros DBO e DQO, entre outros. O teste Trad-MCN é uma técnica simples, rápida e de baixo custo, que pode ser implantado para atender à legislação ambiental aplicada aos padrões de emissões de efluentes.

Palavras-chave: biomonitoramento, bioensaios, ecotoxicologia, efluentes.

¹ Ms Bióloga. Líder de Equipe de Microbiologia Ambiental Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

² Farmacêutica, Técnica da Equipe de Microbiologia Ambiental, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Ms Biólogo da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Química, coordenadora de Análises Químicas, Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

1. Introdução

Com o desenvolvimento urbano e industrial, é crescente o volume de esgotos que demandam tratamento (Cetesb, 1987). Nesse contexto, passa a representar um risco a variedade de poluentes que podem contaminar o ambiente, bem como os efeitos de suas interações. As companhias de saneamento têm por desafio o aumento da capacidade volumétrica de tratamento e o aprimoramento nas técnicas de tratamento que visam a reduzir os níveis de poluição nos corpos hídricos, receptores de efluentes tratados.

Os impactos causados por agentes tóxicos sobre o ambiente e a saúde humana, muitas vezes, não podem ser observados e medidos diretamente. Muitos ensaios com organismos testes têm sido

produzidos nas últimas décadas para avaliar o efeito da interação de poluentes na sobrevivência (ensaios agudos e crônicos) e possíveis alterações genéticas (ensaios genotóxicos e mutatóxicos).

Genotoxicidade é a capacidade de uma amostra simples ou composta alterar a estrutura ou a função da molécula de DNA de organismos expostos (BRASIL, 2006). As informações obtidas por meio de testes de genotoxicidade em organismos bioindicadores podem estimar o estado da qualidade ambiental, permitindo a prevenção dos impactos à saúde humana e ao ecossistema antes que estes ocorram (FELZENSZWALB *et al.*, 2007).

O biomonitoramento com planta foi, primeiramente, utilizado por Evans *et al.* (1959). Entre os muitos testes empregados para avaliação do potencial genotóxico, destaca-se o Teste de Micronúcleo em vegetais. Micronúcleos (MN) são estrutu-

Tabela 1 – Estudos de Autores comparando os testes de micronúcleos em *Tradescantia* (Trad-MCN) e de Ames (*Salmonella*) em amostras ambientais.

AUTOR	TÍTULO	ESTUDO ENTRE OS TESTES <i>TRADESCANTIA</i> (TRAD-MCN) E DE AMES (<i>SALMONELLA</i>)
Monarca, S. <i>et al.</i> (1998)	<i>The influence of different disinfectants on mutagenicity and toxicity of urban wastewater</i>	Diferentes amostras de esgoto bruto e tratado mostraram toxicidade sobre a bactéria <i>Salmonella</i> , que poderia ter ocultado a atividade mutagênica. Como esperado, não houve correlação entre os dados de toxicidade e mutagenicidade. O teste com <i>Tradescantia</i> mostrou-se melhor para detectar genotoxicidade.
Umbuzeiro, G. A. <i>et al.</i> (2007)	<i>Mutagenic Activity Assessment of Cristais River, São Paulo, Brazil, Using the Blue Rayon /Salmonella Microsome and the Tradescantia pallida Micronuclei Assays</i>	Devido à sua simplicidade e baixo custo, o ensaio Trad-MCN parece ser uma boa alternativa, para atividade mutagênica, em triagem de água do rio. Mais estudos serão necessários para determinar a sua eficiência. Os resultados do ensaio para Trad-MCN estão em acordo com os resultados qualitativo observados para <i>Salmonella</i> .
Crebelli, R. <i>et al.</i> (2005)	<i>Genotoxicity of the disinfection by-products resulting from peracetic acid- or hypochlorite-disinfected sewage wastewater</i>	Os dois métodos de ensaio têm enfoque genéticos diferentes: mutações pontuais e danos citogenéticos. O teste de <i>Salmonella</i> pareceu ser menos sensível que o teste de micronúcleos com <i>Tradescantia</i> aos agentes mutagênicos de água.
Gichner, T. <i>et al.</i> (1982)	<i>Differential response to three alkylating nitrosocompounds and three agricultural chemicals in the Salmonella (Ames) and in the Tradescantia, Arabidopsis and barley mutagenicity assays</i>	Os resultados de seis diferentes produtos químicos apresentaram: cinco positivos para o uso da <i>Tradescantia</i> e três para o uso da <i>Salmonella</i> . Os resultados do ensaio para Trad-MCN pareceram ser mais sensíveis que o ensaio com <i>Salmonella</i> .
Hopker <i>et al.</i> (1982)	<i>Multitechnique screening of Chicago municipal sewage sludge for mutagenic activity</i>	Avaliação de extratos aquosos de lodo de ETEs para mutagenicidade utilizando Trad-MCN, <i>Zea mays</i> e <i>Salmonella</i> . A maioria dos estudos de avaliação do impacto genotóxico de lodos com o teste de Ames mostrou pouca ou nenhuma atividade mutagênica.

ras resultantes de cromossomos inteiros ou de fragmentos cromossômicos que se perdem na divisão celular e, por isso, não são incluídos no núcleo das células filhas, permanecendo no citoplasma das células interfásicas (HEDDLE *et al.*, 1983). Refletem, portanto, a ocorrência tanto de danos estruturais quanto de aneuploidia, permitindo, conseqüentemente, detectar a ação de agentes clastogênicos e aneugênicos.

O teste de micronúcleos em *Tradescantia* (Trad-MCN) é considerado uma valiosa ferramenta pela simplicidade da metodologia e sensibilidade desta planta à exposição aos agentes genotóxicos, fornecendo informações primárias, em nível cromossômico, sobre os danos no DNA causados por agentes químicos e físicos (MA *et al.*, 1994; RODRIGUES *et al.*, 1997; BATALHA *et al.*, 1999; GUIMARÃES *et al.*, 2000; SILVA, 2005). A quantificação é considerada a mais fácil para contagens de aberrações cromossômicas. Muitos estudos comparativos indicam que ensaios para a quantificação de Trad-MCN são igualmente sensíveis para a identificação de genotoxicidade (MA, 1981; RODRIGUES, 1997; GRANT, 1992).

Com os avanços na legislação ambiental, novos condicionantes nos padrões de emissão nas licenças de operação – LO de Estações de Tratamento de Esgotos – ETE passam a ser exigidos. Portanto, as companhias de saneamento devem investir recursos consideráveis na contratação de ensaios consagrados ou na implantação de ensaios de toxicidade aguda, crônica e genotoxicidade com organismos testes de diferentes níveis tróficos.

A Resolução Consema 129/2006 prioriza o teste de AMES para verificação da genotoxicidade em efluentes industriais e domésticos tratados. Este teste, assim como muitos outros, tem sido discutido em função principalmente de sua sensibilidade muito elevada, o que pode conduzir a resultado falso positivo, e de seu alto custo. Na Tabela 1, apresentamos breve revisão de alguns autores comparando os testes de (Trad-MCN) *Tradescantia* e de Ames (*Salmonella*) em amostras ambientais.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a sensibilidade de formação de micronúcleos de *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Hunt var. *purpurea* Boom (teste Trad-MCN) em esgotos brutos e tratados de ETEs do município de Porto Alegre/RS. Foi objetivo do trabalho, também, relacionar os resultados deste ensaio com resultados de parâmetros físico-químicos e microbiológicos consagrados na caracterização de esgotos brutos e tratados.

2. Metodologia

Foram avaliadas amostras afluentes (esgotos brutos) e efluentes (esgotos tratados) de duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de Porto Alegre/RS: ETE Belém Novo – ETE BN (Fig. 1-A) e ETE São João Navegantes – ETE SJN (Figura 1-B), os processos de tratamento são por lagoas de estabilização convencionais do tipo australiano e lodos ativados convencionais respectivamente.

As amostras foram coletadas trimestralmente no período de fevereiro a outubro de 2009. Os pa-

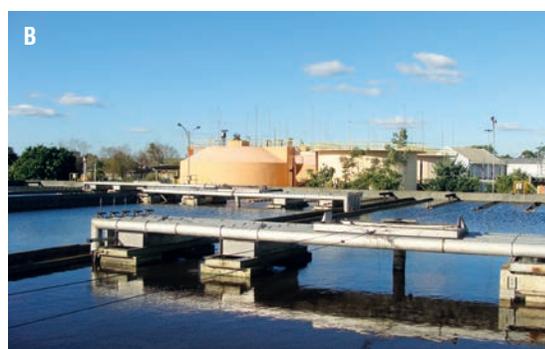


Figura 1 – Estações de Tratamento de Esgotos: A) ETE Belém Novo; B) ETE São João Navegantes.

rômetros físicos, químicos e biológicos considerados neste trabalho foram: demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mgO_2/l), demanda química de oxigênio – DQO (mgO_2/l), nitrogênio amoniacal – NH_3 (mgN/l) e *Escherichia coli* – *E. coli* (NMP/100ml). As análises foram realizadas de acordo com APHA (2005) e normas brasileiras. Os dados foram agrupados por estações do ano.

Para a realização do teste de Trad-MNC, cultivou-se exemplares de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* (Fig. 2-A e 2-B) em ambiente externo, objetivando a homogeneidade e imparcialidade em relação às amostras processadas. *T. pallida* var. *purpurea* é uma planta originária do México, popularmente conhecida como "coração roxo".

Coletou-se 1l de esgotos afluente e efluente de cada ETE em frascos de vidro âmbar. A preservação da amostra seguiu as normas da ABNT 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores).

O teste genotóxico com *Tradescantia pallida* (Trad-MCN) foi realizado de acordo com o protocolo de Ma (1981). Para a análise Trad-MNC, foram coletados 15 ramos florais de *T. pallida* contendo inflorescências jovens (Fig. 2-C) para amostras e controles, sendo acondicionados em copo de Becker. Os pecíolos foram parcialmente imersos em água destilada por 24 horas, período denominado de adaptação. Após, foram expostos por 8 horas em amostras de esgoto bruto, tratado, água destilada (controle negativo) e formaldeído 0,1% (controle positivo). Verifica-se a sensibilidade da *Tradescantia pallida* frente à concentração do formal-

deído. No controle negativo, as frequências de micronúcleos não foram significativas porque correspondem a plantas que não foram expostas a fatores genotóxicos.

Após exposição, todos os pecíolos foram submersos em água destilada por 24 horas, período denominado de recuperação. Na sequência, as inflorescências foram fixadas em solução de álcool etílico absoluto e ácido acético glacial (1:3), mantidas em temperatura ambiente até o momento da análise (RUIZ *et al.*, 1992). Decorrido este período, as inflorescências foram dissecadas em lâmina, na qual se separou apenas o botão que continha as anteras com células em estágio de tetrade. As anteras foram coradas com carmim acético a 1%. O potencial genotóxico foi avaliado de acordo com a frequência de micronúcleo observada. Foram contabilizadas 2.100 células em fase de tetrade (300 células para sete lâminas de cada tratamento). A frequência de micronúcleos na tetrade foi calculada dividindo o número total de micronúcleos pelo total de tétrades e expresso em percentual (SILVA, 2005).

Os pareamentos entre controles e resultados das frequências de micronúcleos foram submetidos ao Teste *t* de Student para amostras independentes, em nível de significância de 5%. Para as comparações entre resultados por tipo de amostra (bruta e tratada) e estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) as frequências de micronúcleos foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e diferenças entre médias (*post hoc*) foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de



Figura 2 – *Tradescantia pallida* var. *purpurea*. A) Plantio; B) Flor; C) Inflorescência jovem.

significância 5% (ZAR, 1999). Foi utilizado o programa estatístico SPSS versão 12.0. Para a análise de parâmetros físico-químicos e os resultados dos ensaios genotóxicos, providenciou-se a plotagem de diagramas de dispersão dos parâmetros somente nos esgotos brutos em função das frequências de MNC, uma vez que, nestas amostras de esgotos não tratados, a frequência significativamente maior da amostra em relação aos controles foi bastante expressiva.

3. Resultados

A Frequência de micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* submetidas a amostras de esgotos da ETE BN e ETE SJN, estão apresentados na tabela 2 e 3 respectivamente. Os resultados dos parâmetros físico-químicos e a frequência da média de percentual de micronúcleos em tétrades de *Tradescantia* estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 2 – Frequência de micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* em afluentes e efluentes da ETE Belém Novo nos diferentes períodos do ano.

MCN/100 TÉTRADES (MÉDIA ± DP)							
PERÍODO	AFLUENTE	EFLUENTE	CONTROLE POSITIVO	CONTROLE NEGATIVO	CONTROLE PLANTIO	F ¹	P-VALOR
Verão	18,33 ± 14,14 a A ²	3,72 ± 2,35 a B	13,53 ± 8,64 a A	2,96 ± 2,18 a B	2,95 ± 1,34 a B	10,177	<0,001
Outono	5,53 ± 1,41 b A	2,91 ± 0,85 a B	7,10 ± 1,50 b A	1,67 ± 0,47 a C	1,62 ± 0,40 a C	51,910	<0,001
Inverno	4,10 ± 1,81 b AB	2,76 ± 1,47 a ABC	5,01 ± 0,97 b A	2,19 ± 1,30 a BC	2,15 ± 1,54 a C	5,197	0,002
Primavera	3,14 ± 1,13 b AB	3,46 ± 1,06 a AB	5,01 ± 0,97 b A	2,42 ± 0,786 a B	2,42 ± 1,13 a B	3,982	0,010
F ³	8,568	0,410	8,65	0,426	1,119		
p-valor	<0,001	0,747	0,001	0,736	0,361		

¹ g.l. = 4,34

² Letras minúsculas comparam resultados entre períodos e letras maiúsculas os comparam entre amostras. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

³ g.l. = 3,27

Tabela 3 – Frequência de micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* em afluentes e efluentes da ETE São João Navegantes nos diferentes períodos do ano.

MCN/100 TÉTRADES (MÉDIA ± DP)							
PERÍODO	AFLUENTE	EFLUENTE	CONTROLE POSITIVO	CONTROLE NEGATIVO	CONTROLE PLANTIO	F ¹	P-VALOR
Verão	48,67 ± 25,74 a A ²	10,62 ± 2,38 a B	13,52 ± 8,63 a B	2,95 ± 2,18 a C	2,95 ± 1,34 a B	27,203	<0,001
Outono	7,95 ± 2,57 b A	6,75 ± 2,61 a A	7,09 ± 1,49 b A	1,67 ± 0,47 a B	1,62 ± 0,40 a C	51,697	<0,001
Inverno	14,48 ± 7,58 b A	9,86 ± 3,88 a A	5,01 ± 0,96 b AB	2,19 ± 1,30 a BC	2,15 ± 1,54 a C	13,471	<0,001
Primavera	3,85 ± 1,97 c AB	2,47 ± 1,05 b A	5,01 ± 0,96 b A	2,42 ± 0,786 a B	2,42 ± 1,13 a B	3,875	0,012
F ³	29,339	19,630	8,649	0,426	1,119		
p-valor	<0,001	<0,001	0,001	0,736	0,361		

¹ g.l. = 4,34

² Letras minúsculas comparam resultados entre períodos e letras maiúsculas os comparam entre amostras. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

³ g.l. = 3,27

Os resultados de genotoxicidade nas amostras do afluente da ETE BN (Tabela 2) são significativamente superiores no verão em relação aos demais períodos do ano. Por outro lado, as frequências médias de micronúcleos obtidos nas amostras do efluente não diferiram entre os períodos avaliados.

As amostras do efluente no período de verão e outono não diferiram do controle negativo, significando que o efluente desta ETE não apresentou índice de genotoxicidade.

As amostras do afluente e efluente da ETE SJN apresentaram resultados com significativa frequência de micronúcleos (Tabela 3). Verifica-se que no verão ocorreu frequência maior de micronúcleos que nos demais períodos do ano. Nas amostras do efluente, apenas a amostra da primavera apresentou uma frequência média de micronúcleos inferior aos demais períodos.

Quando as amostras das ETEs foram comparadas entre si, verifica-se resultados de frequência

média de micronúcleos diferenciados no verão e inverno, para as amostras do afluente e efluente, que as demais amostras (Figura 3).

A Figura 4 apresenta os diagramas de dispersão das correlações do % MNC com os parâmetros DBO, DQO e NH₃ em esgotos brutos (afluentes) das ETEs.

A correlação positiva da frequência de micronúcleos com os parâmetros de DBO demonstra a sensibilidade do teste (Figura 4a). Os resultados de DQO (Figura 4b) apresentaram uma correlação um pouco maior que a DBO e o nitrogênio amoniacal (Figura 4c), indicando que o efeito não se deve apenas aos elevados teores de matéria orgânica e sim a outros fatores que podem compor a DQO.

A correlação da frequência de micronúcleos com Nitrogênio amoniacal foi moderada, demonstrando uma sensibilidade moderada para o teste Trad-MNC nos esgotos avaliados em relação ao Nitrogênio amoniacal.

Tabela 4 – Resultados Físico-químicos, *Escherichia coli* e frequência de micronúcleos em afluentes – Aflu e efluentes – Eflu das ETEs Belém Novo – BN e São João Navegantes – SJN.

PERÍODO	ETE	DBO ₅ /(MGO ₂ /L)	DQO/(MGO ₂ /L)	NH ₃ /(MGN/L)	<i>E. COLI</i> /(NMP/100ML)	MNC (%)
Verão	BN Aflu	169,0	187,7	34,27	6,785	18,32
Outono	BN Aflu	104,0	209,4	36,96	6,940	5,52
Inverno	BN Aflu	125,0	242,8	31,58	6,785	4,1
Primavera	BN Aflu	52,0	111,0	11,42	6,114	3,14
Verão	BN Eflu	54,8	126,6	0,35	0,301	3,71
Outono	BN Eflu	52,6	114,2	0,38	0,778	2,9
Inverno	BN Eflu	36,7	130,6	0,56	1,145	2,76
Primavera	BN Eflu	20,0	135,0	0,36	1,000	3,47
Verão	SJN Aflu	325,4	639,0	48,72	6,940	48,67
Outono	SJN Aflu	221,0	227,9	34,61	6,491	7,95
Inverno	SJN Aflu	182,0	419,2	35,28	6,477	14,48
Primavera	SJN Aflu	184,0	340,0	10,08	6,380	3,85
Verão	SJN Eflu	28,5	72,2	0,17	4,663	10,62
Outono	SJN Eflu	22,5	39,4	3,47	4,255	6,75
Inverno	SJN Eflu	17,0	96,4	9,07	4,785	9,86
Primavera	SJN Eflu	20,5	81,0	0,33	3,462	2,47

Observações: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; NH₃ – Nitrogênio Amoniacal; *E. coli* – *Escherichia coli*; MCN% – Percentual de Micronúcleos.

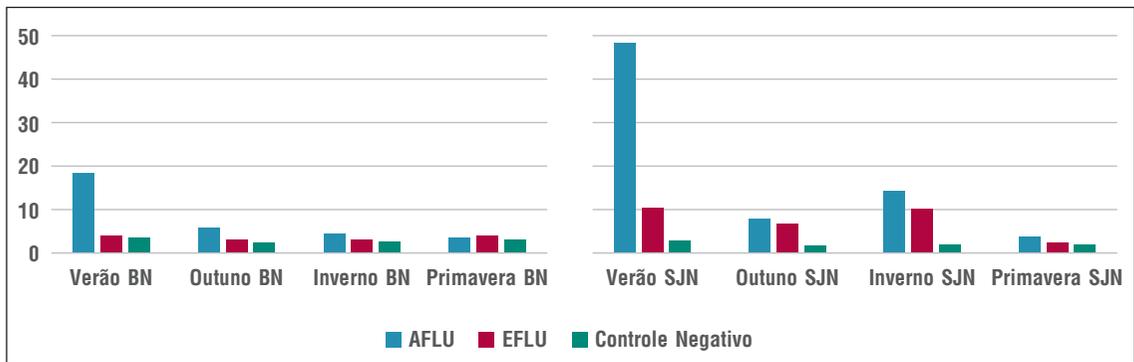


Figura 3 – Frequência de micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* submetidas a amostras de esgotos brutos – Aflu e tratados – Eflu das ETs Belém Novo – BN e São João Navegantes – SJN.

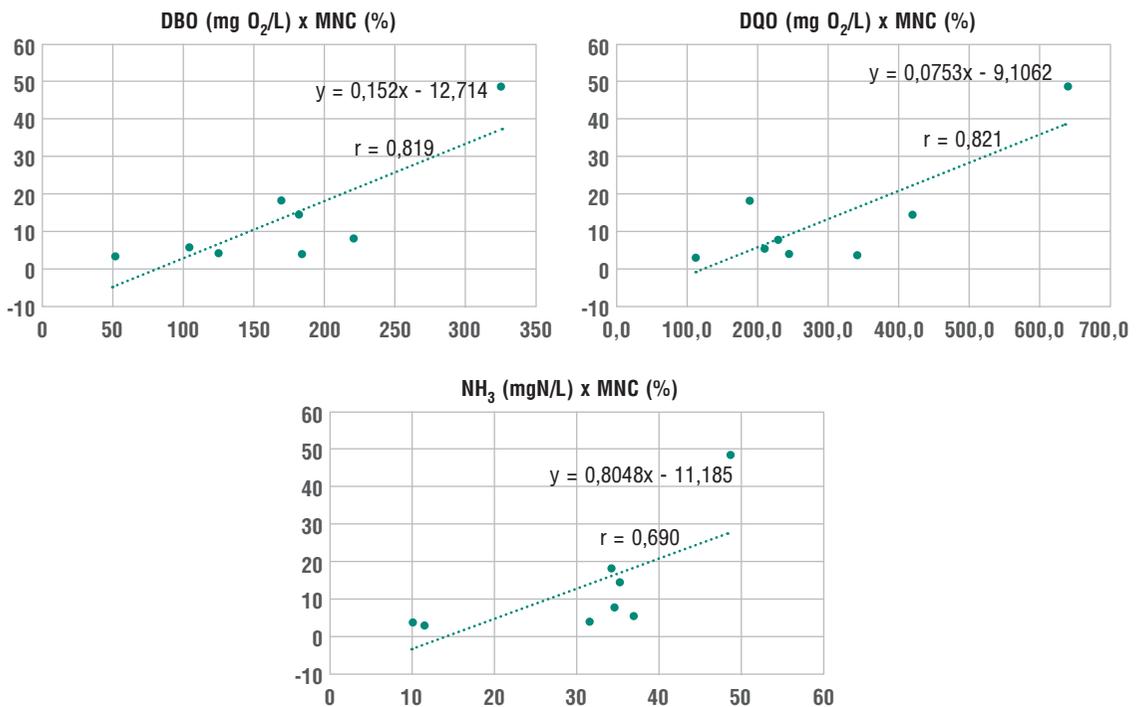


Figura 4 – Diagramas de dispersão. A) DBO (mgO₂/l) x MNC (%); B) DQO (mgO₂/l) x MNC (%) e C) NH₃ (mgN/l) x MNC (%) em esgotos brutos afluentes das ETs.

4. Conclusões

O teste de micronúcleos em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* demonstrou ser eficiente para detecção de genotoxicidade em amostras de esgotos brutos e tratados das Estações de Tratamento de Esgotos avaliadas. Verificou-se que os afluentes de

ambas as ETs apresentaram genotoxicidade superior aos controles negativos utilizados. Os dados mostraram que o efluente da ETE Belém Novo não apresenta um nível de genotoxicidade superior aos controles negativos. Em ambas as estações, a vazão de referência do corpo receptor é imensamente superior à vazão de lançamento das estações,

garantindo que efeitos genotóxicos não sejam observados no ambiente após a emissão, mesmo que algum resultado para frequência de formação de micronúcleos sejam maiores em relação aos controles negativos, como ocorreu, excepcionalmente, em efluente da ETE São João/Navegantes.

Ao verificar a correlação positiva entre teores de DBO, DQO e NH_3 e % de formação de micronúcleos, pudemos verificar que a eficiência de remoção desses poluentes nos processos de tratamento é diretamente proporcional à redução dos efeitos genotóxicos sobre comunidades biológicas, ratificando a sensibilidade e a validade de aplicação do teste em relação a outros testes de genotoxicidade "consagrados", como por exemplo, o teste de AMES. A Resolução Consema 129/2006 estabelece padrões de emissão dos efluentes nas licenças de operação das ETEs. Os parâmetros físico-químicos avaliados (DBO, DQO, NH_3) e concentração de *Escherichia coli* corroboram os resultados do teste Trad-MCN. As plantas utilizadas para controle positivo e controles negativos apresentaram frequências de micronúcleos estáveis, o que é desejável quando se usa ambientes não controlados para o cultivo das plantas que são utilizadas nos experimentos.

Um único resultado do efluente da ETE SJN apresentou % de MNC significativamente superior aos controles. No entanto, resultados de genotoxicidade devem ser contextualizados em sua interpretação. Não devemos considerar o resultado apenas no efluente, mas também os efeitos após sua diluição no corpo receptor. Como a vazão da ETE SJN é de cerca de 300 l/s e a vazão do Lago Guaíba é de 1,2 milhões de l/s, indica que no ambiente o resultado não foi tóxico. Analisando os dados físico-químicos, dessa mesma amostragem, observou-se um valor mais elevado de amônia (9,07 mg/l) em relação aos outros três valores do efluente, ainda assim menor que o padrão de emissão para amônia estabelecido pela Resolução ConsemA 129/2006, que é de 20 mg/l.

Os percentuais positivos dos resultados nos tipos diferenciados de afluentes e efluentes, bem como, os diagramas de dispersão relacionando o percentual do teste com parâmetros físico-químicos e microbiológicos corroboraram que há relação positiva e gradual entre qualidade de esgoto e percen-

tual de micronúcleos formados em *T. pallida* v. *purpurea*. Os afluentes mais fracos (DBO média de 112,5 mgO_2/l) da ETE BN corresponderam a 25% dos resultados com genotoxicidade, enquanto que no esgoto não tratado da ETE SNJ (DBO média de 228,1 mgO_2/l) observamos 75% dos resultados de genotoxicidade significativamente superiores aos controles.

O teste Trad-MCN se caracteriza pela simplicidade de preparo e diagnóstico, pela rapidez da técnica e fornece importantes informações sobre as condições ambientais em diferentes locais, especificamente revelando os efeitos genéticos de poluentes. Numa próxima etapa deste estudo comparação de resultados pela técnica apresentada com o ensaio recomendado pela legislação serão providenciados e avaliados a fim de buscar o reconhecimento deste ensaio mais simples e rápido para o biomonitoramento de efluentes domésticos do Dmae.

5. Referências Bibliográficas

- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington, APHA/AWWA/WPCF, 2005.
- 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.
- BATALHA, J. R. F. et al.; Exploring the clastogenic effects of air pollutants in São Paulo (Brazil) using Tradescantia micronuclei assay. **Mutation Research**, v. 426, p. 229-232, 1999.
- BRASIL. 2006. Resolução **Consema nº 129/ 2006**. Secretaria do Meio Ambiente. Estado do Rio Grande do Sul.
- CETESB, São Paulo. **Avaliação da toxicidade de despejos industriais na região da Grande São Paulo**. São Paulo, 92 p, 1987.
- CREBELLI, R. et al. Toxicity of the disinfection by-products resulting from peracetic acid – or hypochlorite disinfected sewage wastewater. **Water Research**, 2005, v. 39, p. 1105-13.
- FELZENSZWALB, I., SILVA, J., UMBUZEIRO, G., Ciência Básica à Aplicada – O Papel da Sociedade Brasileira de Metagenese, Carcinogênese e Te-

- tragêense Ambiental na Melhoria da Qualidade de Vida e do Ambiente. **Sociedade Brasileira de Metagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental** (SBMCTA), 2007.
- GRANT, W.F., LEE, H.G., LOGAN, D.M. and SALOMONE, M.F., (1992). The use of *Tradescantia* and *Vicia faba* bioassays for the in situ detection of mutagens in an aquatic environment. **Mutation Research** 270: 53-64.
- GICHNER, T., VELEMÍNSKÝ, J., PÁNKOVÁ, K.: Differential response to three alkylating nitroso-compounds and three agricultural chemicals in the *Salmonella* (Ames) and in the *Tradescantia*, *Arabidopsis* and barley mutagenicity assays. – *Biol. Zentralbl.*101: 375–383, 1982.
- GUIMARÃES, E. T. et al.; Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) with the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) assay. **Environmental Experimental Botany**, v. 44, p. 1-8, 2000.
- HEDDLE, J. A., A rapid in vitro test for chromosomal damage. **Mutation Research** 18: 1987-1990, 1983.
- HOPKER P. K.; PLEWA, M. J.; JOHNSTON. J. B.; WEAVER, D.; WOOD, S. G.; LARSON, R. A.; HINESLY, T.; Multi-technique screening of Chicago municipal sewage sludge for mutagenic activity. **Environmental Science Technology**, v.16, p.140-147, 1982.
- MA, T. H. *Tradescantia* micronucleus bioassay and pollen tube chromatid aberration test for in situ monitoring and mutagen screening. **Environmental Health Perspectives**. v. 37, p. 85-90, 1981.
- MA, T. H.; CABRERA, G. L.; CHEN, R.; GILL, B. S.; SANDHU, S. S.; VANDENBERG, A. L.; SALOMONE, M. F. *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Mutation Research, Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 310, p. 221-230., 1994
- MONARCA, S.; RIZZONI, M.; GUSTAVINO, B.; ZANI, C.; ALBERTI, A.; FERETTI, D. et al. Genotoxicity of surface water treated with different disinfectants using in situ plant tests. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 41, p. 353-359, 2003. <http://dx.doi.org/10.1002/em.10161>
- RODRIGUES, G. S.; MA, T. H.; PIMENTEL, D.; WEINSTEIN, L. H.. *Tradescantia* bioassay as monitoring systems for environmental mutagenesis: a review. **CRC Crit. Revue of Plant Science**, v. 16, p. 325-359, 1997.14.
- RUIZ, E. F., RABAGO, V. M. E., LECONA, S. U., PEREZ, A. B. , MA, T. H. 1992. *Tradescantia* micronucleus (Trad-MCN) bioassay on clastogenicity of wastewater and in situ monitoring. **Mutation Research**, v. 270, p. 45-51, 1992.
- SILVA, J. S. Efeitos genotóxicos em tetrades de *Tradescantia pallida* (Rose) D. R. Hunter. purpúrea induzidos por poluentes atmosféricos na cidade do Salvador-BA. [**Monografia de Ciências Biológicas**], Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2005.
- UMBUZEIRO, G. A.; COIMBRÃO, C. A.; KUMMROW, LOBO, D. J. A, & SALDIVA, P. H. N., Mutagenic Activity Assessment of Cristais River, São Paulo, Brazil, Using the Blue Rayon/*Salmonella* Microsome and the *Tradescantia pallida* Micro-nucleus Assays, **J. Braz. Soc. ecotoxicol.**, v. 2, nº 2, 2007, 163-171-2007.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA.

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
PORTO
ALEGRE**