ECOS

Revista Semestral de Saneamento Ambiental
Nº **41** • Ano 25 • Fevereiro de 2020

25 anos

EXPANSÃO URBANA

Um desafio para o setor do saneamento no Brasil

ENTREVISTA
Júlio Celso Borello Vargas

OPINIÃO
Airana Ramalho do Canto

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Departamento Municipal de Água e Esgotos
Unidade de Comunicação Social - UCS

Coordenação da Unidade de Comunicação Social
Aline Antunes Coelho

Edição
Maria de Lourdes da Cunha Wolff (Mtb 6.535)

Arte e Diagramação
Endrigo Valadão da Cunha Capra

Revisão
Editorial Sul Serviços Editoriais e de Internet Ltda.

Impressão
Gráfica do Dmae

Tiragem
500 exemplares

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

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

comunicaçãodmae
Unidade de Comunicação Social do Dmae
Rua 24 de Outubro, 200
CEP 90510-1000 • Porto Alegre/RS
Fone: (51) 3289-9724
E-mail: ecos@dmae.prefpoa.com.br

ECOS 25 anos

Planejamento urbano e saneamento

O planejamento urbano de uma cidade exige amplo estudo que projete as etapas do desenvolvimento e do crescimento a partir das características do município e de acordo com o seu plano diretor. Cabe aos gestores do setor otimizar os recursos financeiros e implementar, cada vez mais, as obras necessárias nas áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem.

Mas quando focamos o saneamento básico no Brasil, percebemos o quanto é complexo e desafiador o planejamento urbano das nossas cidades. O crescimento populacional, muitas vezes associado à ocupação desordenada dos espaços, leva as instituições responsáveis pelo setor a ter dificuldades para suprir a demanda nos grandes centros.

Habitação, saneamento, saúde e educação são temas que precisam ser compatibilizados com urgência. Assim como dar prioridade a investimentos na área específica do saneamento. Para tanto, é imprescindível desenvolver políticas públicas que apliquem critérios técnicos e legais capazes de subsidiar planos e ações.

Na seção entrevista, o arquiteto e urbanista, professor adjunto do Departamento de Urbanismo da Ufrgs, Júlio Celso Borello Vargas, diz que o poder imobiliário desafia o saneamento porque em muitas situações o planejamento urbano não acompanha o crescimento desordenado das cidades. E que cabe aos gestores públicos a determinação do estabelecido em seu plano diretor, que é o instrumento básico da política de desenvolvimento como será a expansão urbana.

A reportagem "Expansão do saneamento depende de recursos e gestão" destaca a importância de o Brasil investir em infraestrutura e planejamento urbano para alcançar a sonhada universalização do saneamento em 2033. Não é fácil suprir as demandas geradas pelo deslocamento populacional dentro dos espaços urbanos. Planejamento urbano e saneamento são temas que devem andar juntos.

Na seção opinião, a gerente de Planejamento do Dmae, Airana Ramalho do Canto, relata as práticas e dificuldades do saneamento em Porto Alegre no artigo "Planejamento do saneamento integrado ao desenvolvimento urbano".

E, para marcar os 25 anos da Revista Ecos lançamos nesta edição um selo alusivo, com o objetivo de comemorar esta conquista.

Maria de Lourdes da Cunha Wolff
Editora

25 anos divulgando o saneamento ambiental no Brasil

A trajetória da ECOS integra a vanguarda do saneamento ambiental no País. No atual contexto, em que a mídia digital e as redes sociais ganharam protagonismo no processo de comunicação de massa, cabe às instituições públicas, cada vez mais, fomentar, disseminar e manter publicações do porte da Revista ECOS, que retrata a realidade sanitária e ambiental no Brasil com coragem e seriedade, sendo pioneira no setor do saneamento ambiental.

Ao longo dos 25 anos de publicação da Revista ECOS, o grande desafio tem sido colocar em evidência assuntos relacionados ao saneamento ambiental no País, tratando o tema de forma integrada, com vistas à sustentabilidade global. A revista tem tido um papel importante neste cenário, destacando assuntos que não são priorizados e pautados com a devida relevância pela mídia impressa de comunicação de massa.

Durante sua trajetória, que teve início em 15 de dezembro de 1993, a Revista ECOS ganhou o reconhecimento do setor como uma das primeiras publicações brasileiras com a temática do saneamento ambiental. A versão impressa é distribuída para instituições no Brasil e no Exterior, e a versão digital está disponível para consulta no site do Departamento Municipal de Água e Esgotos (Dmae) de Porto Alegre.

Em 1996 a Revista ECOS recebeu o Prêmio Jornalístico Maurício Sirotsky Sobrinho pela publicação da foto de Leonid Streliaev, intitulada "Arroio Dilúvio", capa da terceira edição, concedido pela Câmara Municipal de Porto Alegre, com julgamento feito pela Associação Riograndense de Imprensa (ARI). A ECOS também foi considerada a melhor revista externa da Região Sul pela Associação Brasileira de Comunicação Empresarial.

A repercussão alcançada pela revista nestes anos levou o Dmae a abrir outros canais de comunicação. Em 1995, implantou o Projeto Ecos, com palestras, simpósios, seminários e debates, orientando para uma nova postura em relação ao saneamento. Em 1999, criou o suplemento técnico Ecos Pesquisa, destinado à troca de informações na área do saneamento ambiental. Esse suplemento retornou com o formato de revista científica. E em dezembro de 2008, na edição comemorativa aos 15 anos da revista, foi lançado um encarte denominado Ecostécnica, com trabalhos elaborados exclusivamente por técnicos do Dmae.

Em 2015, quando a Revista ECOS completou 21 anos, sua maioridade foi comemorada com uma edição especial com algumas atualizações de visual, a começar pela logomarca, que recebeu retoques afinados aos tempos atuais, sem perder a identidade histórica. E agora, para marcar os 25 anos da Revista ECOS, foi criado um novo design, que os leitores poderão apreciar a partir desta edição.

ENTREVISTA

O poder imobiliário desafia o saneamento urbano

6

GESTÃO

Modelo gerencial fornece dados mais precisos sobre custos dos serviços

10

GESTÃO

Revisão aperfeiçoa o planejamento estratégico

12

AMBIENTE

DMLU tem alternativas para coleta em áreas de difícil acesso

17

REPORTAGEM

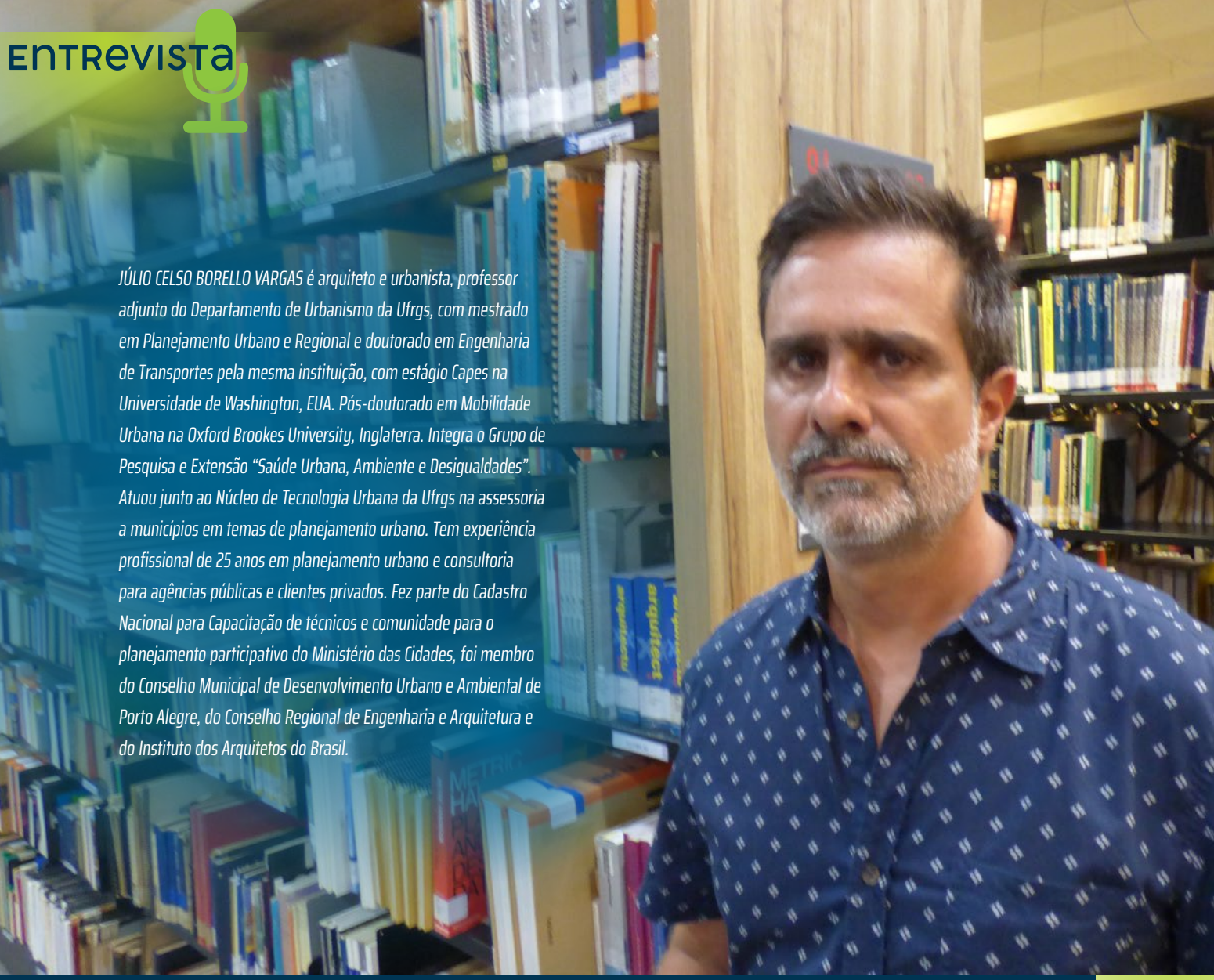
Expansão do saneamento depende de recursos e gestão

20

OPINIÃO

Planejamento do Saneamento Integrado ao Desenvolvimento Urbano

28

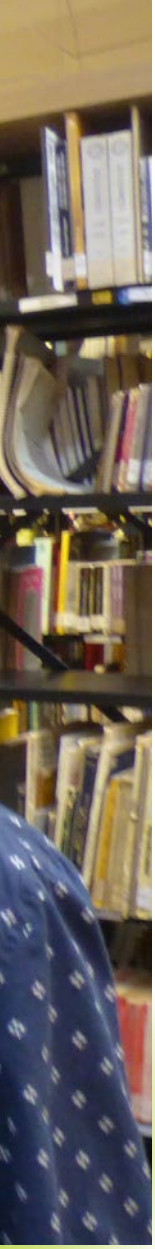


JÚLIO CELSO BORELLO VARGAS é arquiteto e urbanista, professor adjunto do Departamento de Urbanismo da Ufrgs, com mestrado em Planejamento Urbano e Regional e doutorado em Engenharia de Transportes pela mesma instituição, com estágio Capes na Universidade de Washington, EUA. Pós-doutorado em Mobilidade Urbana na Oxford Brookes University, Inglaterra. Integra o Grupo de Pesquisa e Extensão "Saúde Urbana, Ambiente e Desigualdades". Atuou junto ao Núcleo de Tecnologia Urbana da Ufrgs na assessoria a municípios em temas de planejamento urbano. Tem experiência profissional de 25 anos em planejamento urbano e consultoria para agências públicas e clientes privados. Fez parte do Cadastro Nacional para Capacitação de técnicos e comunidade para o planejamento participativo do Ministério das Cidades, foi membro do Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre, do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura e do Instituto dos Arquitetos do Brasil.

O **poder imobiliário** desafia o saneamento urbano

Por **Charles Soveral**
Jornalista

A gestão de espaços públicos está sujeita a muitos interesses, especialmente os econômicos, o que torna complexa a tarefa de avançar nos serviços essenciais para a população. Júlio Celso Borello Vargas acredita que não falta planejamento para melhor atender as demandas sociais em saneamento, mas é preciso não ceder às pressões do poder imobiliário, que força o crescimento desordenado das cidades brasileiras.



ECOS – O gestor público enfrenta muitos obstáculos para atender as demandas sociais de saneamento em um país com tantas desigualdades como o nosso. Agora, ainda temos um fenômeno que se manifesta no deslocamento de populações de uma área para outra das cidades. Como se preparar melhor para estas transformações?

Borello Vargas – Nosso problema não é falta de planejamento, nem de leis e, possivelmente, nem de recursos. Decorrente de uma construção social e política, vamos atendendo a diferentes interesses, muitas vezes casuísticos. O mercado imobiliário, a construção civil, as empreiteiras são um segmento muito poderoso, não apenas aqui, mas no mundo todo. As grandes fortunas do mundo foram construídas com base na especulação imobiliária. Está na essência da sociedade capitalista, da propriedade, do tijolo empilhado e do pedaço de chão, que representa poder, a transformação do mercado imobiliário, a financeirização, a concentração dos projetos em grandes empresas, em grandes obras. Quem consegue, hoje, vender uma racionalização? Os argumentos técnicos são superados pelos econômicos, e aí não importam os impactos sociais e ambientais. Para tudo se dá um jeito, quando o poder econômico se impõe. Aqui, nos países menos desenvolvidos, é mais fácil, já nos países mais ricos, como na Europa, as regras são mais rígidas. Claro que aqui temos regras, temos controles e tudo mais. No final, no entanto, em nome do desenvolvimento, da geração de empregos, da renda, da valorização da economia, vamos cedendo e ajustando a legislação. Aí privatizam-se os lucros e socializam-se os prejuízos, porque o poder público se vê obrigado a levar toda uma infraestrutura para o ponto do empreendimento. O local passa a ter uma densidade populacional maior, mais gastos, e quem paga a conta são todos os demais contribuintes. Esse é um ponto que precisa ser enfrentado.

ECOS – Por sua experiência internacional, que tipo de comparação podemos fazer entre os países mais desenvolvidos e nós no que diz respeito a estas projeções de mudanças nos ambientes urbanos?

Borello Vargas – Aqui nós temos estas erupções de desenvolvimento de alta densidade populacional. Um exemplo recente são os empreendimentos no entorno da Arena do Grêmio. São milhares que passam a viver em uma área desassistida. Aí começa todo o problema para dar conta daquela população. Não é algo que foi pensado como um vetor para desenvolvimento da cidade. No mundo mais desenvolvido, o planejamento é mais antecipatório, decorrente deste controle rígido. Na Europa, os territórios são pequenos, eles têm séculos de desenvolvimento urbano a nossa frente. Sabem que não dá para expandir para qualquer lado, tem que se plantar comida, tem que se preservar as áreas naturais. Oxford, na Inglaterra, onde estive trabalhando e estudando, é uma cidade totalmente cercada de verde, de arroios, de áreas protegidas em que não se mexe. Claro que existe o interesse imobiliário, mas há a resistência a estas investidas. Então entra em cena o debate público sobre empreendimentos em outras áreas disponíveis ou adequadas para novos investimentos. Está em debate lá o desenvolvimento de um corredor de alocação de populações entre Oxford e Cambridge, unindo diversas pequenas cidades. Isto é um longo debate que não se resolve de uma hora para outra. Vai se construindo uma solução que envolve todas as partes (sociedade, governo e empresários) de forma antecipatória. Isto tudo ocorre também porque a sociedade é menos desigual, fator que desequilibra em relação à nossa situação. Lá o crescimento das cidades é mínimo, quase estático. Eles não têm os nossos problemas, as invasões de áreas, as ocupações irregulares e estes grandes deslocamentos.

ECOS – Em Porto Alegre, uma significativa parcela da população vem gradativamente saindo de áreas e bairros tradicionais para a Zona Sul da cidade, exigindo mais investimentos públicos. Como se preparar para atender a esta demanda?

Borello Vargas – Este movimento de sair de áreas tradicionais para áreas mais afastadas é um fenômeno que já passou em outros países. Os norte-americanos, por exemplo, fizeram isto nas décadas de 50 e 60 migrando para os subúrbios. Isto há quase 70 anos. Agora, o poder imobiliário está vendendo esta ideia para nós. Ou seja, casas maiores, mais pátio etc., porém mais distante dos centros. Como eles já passaram por isto, hoje o movimento é contrário nos Estados Unidos. Por quê? Porque este distanciamento não dá certo. Não é sustentável. Tu tens que usar carro, as pessoas perdem muito tempo dentro dos veículos, ficam com problemas de obesidade, de saúde. Nós estamos estudando isto, mobilidade e saúde. O pobre brasileiro já faz isto porque não tem opção. Fica horas dentro de um ônibus e perde parte da sua vida nestes deslocamentos. Agora, os ricos ou os da classe média e alta também estão neste mesmo movimento por aqui. O mundo está se voltando a valorizar as áreas centrais onde se pode fazer muita coisa a pé, caminhando, se exercitando, com tudo relativamente perto.

> “Hoje já trabalhamos com o conceito das *smart cities* (cidades inteligentes), que agregam tecnologia para tornar as cidades mais eficientes e melhores de se viver.

ECOS – O Brasil, em qualquer que seja a área, geralmente apresenta dificuldade de se planejar. No saneamento parece que confirmamos estas dificuldades de se organizar e propor um crescimento previsível. Por que isto acontece?

Borello Vargas – Eu também me questiono e acredito que são muitos fatores. Vamos considerar fatores históricos, culturais, políticos e até ideológicos. Vamos olhar para a Inglaterra, onde estive recentemente. Eles já superaram algumas questões há muito. Aqui prevalece ainda a tese de que enterrar cano não dá voto. Obras invisíveis são pouco cobiçadas pelos políticos brasileiros. Na Europa, onde as diferenças sociais são bem menores e o nível de exigência da população é maior, estas coisas não acontecem facilmente. Aqui, concorrem para as dificuldades no saneamento a inexistência de uma política habitacional. Me refiro a uma política nacional consistente. As pessoas buscam oportunidades nos grandes centros, as cidades crescem e não existe um plano para a acomodação destas pessoas. Não depende de um gestor apenas, é uma situação bem mais complexa. Diferente dos países europeus onde as regras já estão há muito definidas. O crescimento para cidades no chamado Primeiro Mundo é algo pré-determinado. Já existe um caminho, uma área pré-definida.

ECOS – Pode-se afirmar que se houvesse mais recursos estaríamos resolvendo nossos problemas de planejamento e gestão?

Borello Vargas – Eu, sinceramente, fico pensando sobre esta questão econômica, sobre esta pauta contemporânea de concessões para o setor privado. Na Inglaterra, por exemplo, se vive uma discussão reversa. O que se fala lá é sobre a volta da estatização das empresas e dos serviços básicos que foram para a iniciativa privada: trens, energia, saneamento. O que se vê é que não se obteve o resultado prometido. Existe o lado bom da privatização, a maravilha do mercado que é escolher mudar de fornecedor de um dia para o outro, mas isto nem sempre é acompanhado de qualidade. Os europeus já reclamam. E, no caso da água e do saneamento, estamos lidando com um bem universal que tem o seu direito questionado quando se fala em privatização e que passa a ser uma mercadoria como outra qualquer. É preciso estar atento a isto.

> “Precisamos pensar em soluções menores, individualizadas, com tratamento local, adequadas às diferentes densidades habitacionais.

ECOS – Qual o peso das novas tecnologias para melhorar os serviços de saneamento?

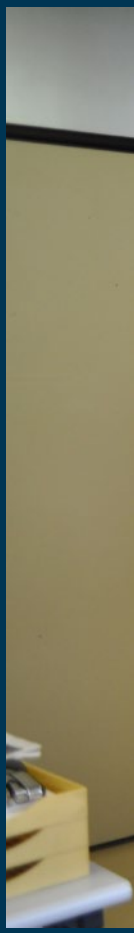
Borello Vargas – Hoje nós já pensamos e trabalhamos com o conceito das *smart cities*, ou cidades inteligentes, que agregam tecnologia para melhorar a infraestrutura urbana e tornar as cidades mais eficientes e melhores de se viver. Todos estes medidores inteligentes (*smart meters*), que fornecem com precisão o que o consumidor gastou de água ou produziu de resíduos, ajudam, de um lado, na tarifa mais justa e, de outro, no próprio controle do poder público ou de quem fornece o serviço.

ECOS – O que podes dizer do ponto de vista da arquitetura urbanística para que se possa ter um cenário na área de saneamento que seja mais compatível com um desenvolvimento sustentável e que atenda melhor as demandas sociais?

Borello Vargas – Será que precisamos de grandes redes em todos os lugares? Será que não é o caso de pensarmos em soluções menores, individualizadas com tratamento local com capacidade adequada às diferentes densidades habitacionais? São questões que penso que devem entrar na pauta e na avaliação dos gestores. Pequenas estações de tratamento dentro de grandes condomínios, de grandes indústrias, que atendam estas demandas. Quando enfrentamos crises, elas se tornam menores, se o sistema for menor. O mundo moderno caminha para este tipo de solução onde o que é mais individualizado pode ser a melhor resposta, a mais eficiente

Modelo gerencial fornece dados mais precisos sobre custos dos serviços

Por **Charles Soveral**
Jornalista



Após 15 meses de trabalho entre 2017 e 2018, o Dmae conseguiu elaborar uma modelagem, com a parametrização econômica dos processos de gestão, que fornece com maior precisão os custos dos serviços que oferece. O modelo, construído em parceria com uma empresa de consultoria, permite mensurar de forma detalhada os valores envolvidos nos processos de fornecimento de água e tratamento de esgoto, possibilitando avaliar as diferenças existentes entre os custos dos sistemas de água e esgoto da cidade.

"De fato, existem diferenças significativas nestes custos, em função da heterogeneidade topográfica e socioeconômica do município", comenta Cristiano Ponzoni Ghinis, economista do Dmae envolvido no projeto. Ele revela que diversos fatores entram na composição dos valores, como a alocação dos recursos humanos, os insumos utilizados na produção e a contratação de serviços. "Chegamos às estimativas de valor do metro cúbico nas diferentes etapas da cadeia produtiva, desde a captação de água bruta, coleta do esgoto, tratamento, monitoramento da qualidade, até o processo de faturamento, além das atividades de apoio e corporativas. Esta metodologia pode subsidiar os gestores na defesa de uma tarifa adequada e justa que, de um lado, permita o serviço de qualidade e, de outro, a sustentabilidade do Dmae."

Ghinis argumenta que a metodologia é inovadora e que poucas cidades no Brasil possuem avaliação semelhante para o saneamento básico. "Os resultados indicam a necessidade de revisão estrutural nas tarifas do Departamento, já que, segundo as estimativas, os custos médios dos serviços de esgotamento sanitário têm superado os de água, e, na composição atual, em contraste, as tarifas de água são mais elevadas do que as de esgoto, inclusive devido à progressividade na cobrança. Tal revisão é vital para atender as exigências sociais e garantir que o Dmae tenha fôlego para investir e cumprir suas metas de universalização, completa ele.

Segundo o economista, um elemento importante é o aumento do custo da energia elétrica no tratamento de esgoto. Outro fator de destaque é o aumento da demanda por investimentos em água devido à dinâmica demográfica de Porto Alegre. "Os dados intercensitários do IBGE apontam para a estabilidade populacional do município, porém com forte migração interna para a zona sul da cidade, o que obriga, por conseguinte, maior atração de investimentos do Dmae nesta região. O modelo nos mostra que os custos de levar água e tratar o esgoto nestas localidades têm sido maiores do que se estimava para a média da cidade."

Os custos são afetados, por exemplo, pela necessidade de bombeamento da água a pontos mais distantes e com cotas mais elevadas, e pelo aumento do número de estações de bombeamento na condução dos esgotos da região central para a zona sul de Porto Alegre. "Ademais, é justamente nas regiões onde o consumo, o desperdício e a inadimplência são maiores, que os custos médios dos serviços também são maiores, principalmente em áreas não regularizadas", diz Ghinis. Ele lembra, ainda, que o Dmae tem se esforçado bastante em termos de políticas educacionais e de conscientização ambiental nestas áreas, por exemplo, por meio do programa Consumo Responsável.

Equipe de Planejamento Orçamentário e Custos, da esquerda para direita: Geraldo Mainardi Junior, Carlos Alberto Kalinovski Hoffmann, Miriam Perin, Cristiano Ponzoni Ghinis e Antonio Carlos Gazzola Antonini.

"A metodologia de custeio baseado em atividades, que está sendo adotada, se revela mais eficiente do que os métodos de custeio adotados até então, entrando em sintonia com a visão sistêmica e de transversalidade do Dmae em função dos seus processos, subsidiando o planejamento orçamentário em busca de mais eficiência e transparência e, inclusive, atendendo as exigências do marco regulatório do setor."

O economista defende que este controle mais efetivo dos custos tende a oferecer resultados positivos para a sociedade porto-alegrense. Ainda é cedo para se apurar resultados efetivos, mas ele acredita que os números servirão de subsídio para que os gestores públicos tomem decisões socialmente justas. "Claro que é importante para o Dmae, mas o consumidor final é o grande beneficiário, pois a eficiência e sustentabilidade do Dmae interessa a todos", conclui Ghinis

Revisão aperfeiçoa o **planejamento estratégico**

Por **Charles Soveral**
Jornalista

Da Equipe da Qualidade: Luiz Henrique Pantaleão, Andréia Oliveira da Cruz Engel, Aline Fronckowiak Salis, Mara Andréa Machado de Machado e Adriano Madeira. Da Equipe de Planejamento Orçamentário e Custos: Cristiano Ponzoni Ghinis. Da Assessoria de Gestão da TI e Inovação: Rodrigo Gomes Soares

Gerir uma organização de interesse público que precisa, cada vez mais, dar respostas eficientes sem perder qualidade no atendimento e, simultaneamente, acompanhar as exigências da sociedade é um desafio que coloca o Dmae de Porto Alegre em permanente processo de aperfeiçoamento.

Este aperfeiçoamento contínuo vem desde 2005, a partir da implementação do processo de Planejamento Estratégico (PE). Com esta prática, o Dmae busca estabelecer, implementar e gerenciar estratégias e planos alinhados à missão e direcionados ao alcance da visão, atualmente o ano de 2035, o mesmo horizonte definido pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Alegre para universalizar os serviços de água e de esgoto na cidade.

Elisete Silva dos Santos, gerente de Gestão da Estratégia, explica que a elaboração do planejamento estratégico ocorre a cada quatro anos, no início de cada gestão municipal, a fim de que ele seja a referência à estruturação do Plano Plurianual (PPA[1]). Para garantir os recursos necessários à execução da estratégia, anualmente, anterior à construção da proposta orçamentária, o PE pode ser revisado, a fim de se evidenciar alguns ajustes necessários de metas e/ou de ações frente à realidade do momento, isto é, uma reflexão de quanto, quando e de que forma executar o planejamento definido. "Sempre considerando as mudanças ocorridas nos ambientes interno e externo, os possíveis riscos e oportunidades e as respectivas influências à prestação de serviços", completa Elisete.

A elaboração do PE envolve a análise de cenários (político, econômico, social, tecnológico, ambiental e legal), dos ambientes externo (oportunidades e ameaças identificadas fora) e interno (forças ou pontos fortes e fraquezas ou pontos fracos da organização) e a identificação dos riscos e oportunidades que podem impactar nas atividades desenvolvidas. A partir desta avaliação, é construída a Matriz SWOT (Strengths - Forças, Weaknesses - Fraquezas, Opportunities - Oportunidades e Threats – Ameaças), com o objetivo de potencializar as forças e as oportunidades para minimizar as fraquezas e mitigar as ameaças e os riscos envolvidos na prestação de serviços à população.

Como um exemplo de análise realizada, o administrador Luiz Henrique Pantaleão ressalta que a cidade de Porto Alegre apresenta um aspecto do ponto de vista demográfico: a população vem mantendo-se na faixa de 1,4 milhões de habitantes (censo IBGE 2010) mas está se movendo para regiões periféricas, para novos bairros, especialmente em direção à Zona Sul, região da cidade onde surgem novos empreendimentos imobiliários, onde existe mais área livre. Em algumas áreas, como o Centro Histórico, há uma queda expressiva na taxa de ocupação de imóveis.

Esta movimentação repercute no planejamento estratégico, impactando em novas obras de infraestrutura e nos orçamentos previstos. "Aumentam os custos e os investimentos sem impactos significativos no aumento da receita", diz ele.

O analista de Tecnologia de Informação, Rodrigo Gomes Soares, que participa da execução desta revisão estratégica, afirma que para amparar as adequações estratégicas, o Dmae se valeu do Balanced Scorecard, conhecido como BSC, uma ferramenta gerencial desenvolvida nos anos 1990, cujo objetivo principal é desdobrar o plano estratégico e mensurar a performance da organização por meio de Indicadores de desempenho de processos e financeiros. Com base no BSC, foram trabalhadas as perspectivas externa (Cliente/Sociedade e Financeira) e interna (Processos e Aprendizado e Crescimento), nesta última, estão contempladas as pessoas, as suas qualificações e os conhecimentos (figura "A"). "Esse modelo tem uma lógica de causa e efeito, pois estabelece que as pessoas bem preparadas e com as tecnologias atualizadas executam com mais eficiência os processos de trabalho que nos levam a resultados positivos, esperados ou planejados", ratifica.

O Mapa Estratégico, no formato BSC – Balanced Scorecard – formaliza e comunica a estratégia que serve de base às decisões gerenciais para 4 anos normalmente. "É uma ferramenta de comunicação da estratégia onde o Dmae explicita seus objetivos para cada uma das perspectivas. Posteriormente, são definidos indicadores para mensurar o desempenho de cada objetivo, feito desdobramento em ações,

1 Plano Plurianual: estabelece diretrizes, os objetivos e as metas da administração pública no médio prazo (4 anos, abrange o segundo ano da gestão vigente até o primeiro da seguinte).

projetos e processos que repercutem nas atividades do dia adia", comenta Pantaleão.

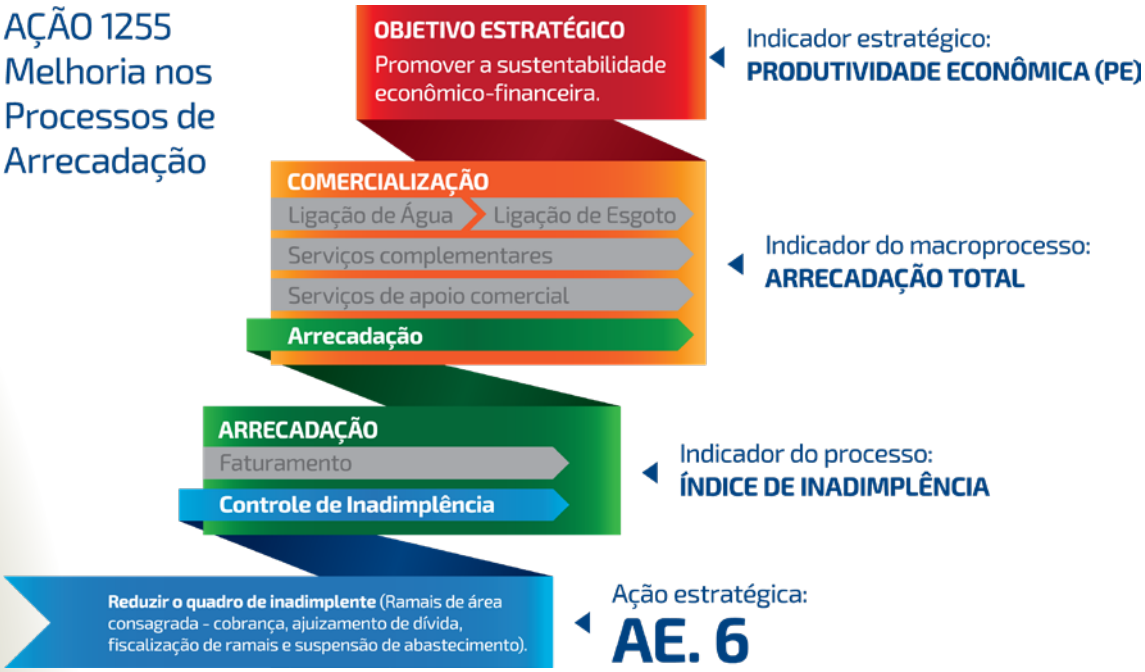
Ele explica que, para a execução dos processos, buscando atingir as metas, é preciso fazer análises que considerem os recursos disponíveis, as novas tecnologias emergentes, além das transformações a que a cidade está submetida. "Uma combinação de fatores externos e internos definem a estratégia, cujo desdobramento leva a uma revisão de processos operacionais, adequando-os aos padrões necessários para execução da estratégia. É preciso focar em eficiência, menores índices de perdas, melhor qualidade no atendimento e menores prazos de execução de serviços", afirma Pantaleão.

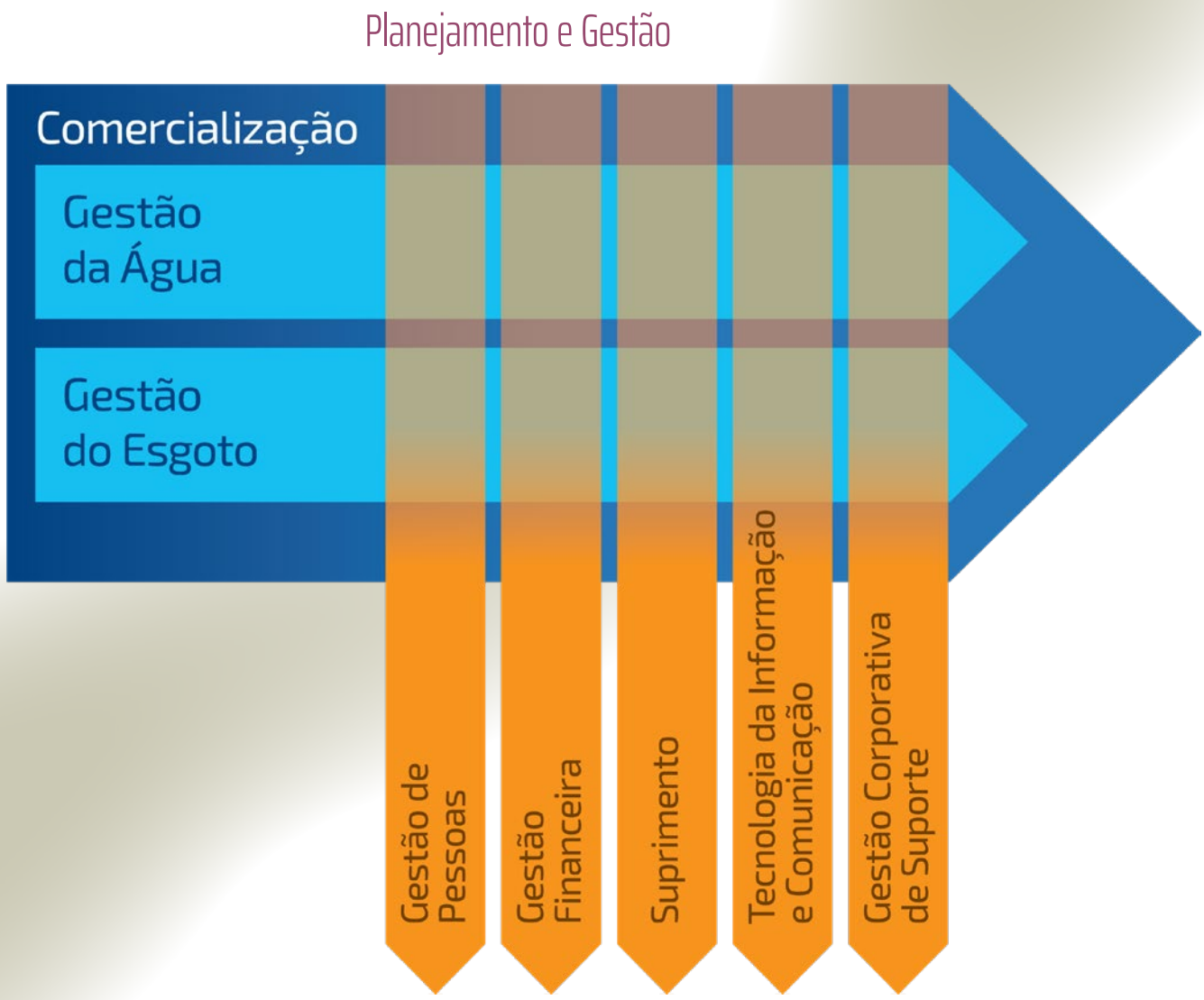
Considerando que a execução da estratégia ocorre no âmbito dos processos, recentemente, o desdobramento estratégico passou por uma revisão. As contribuições e entregas de cada macroprocesso e processo foram relacionadas aos respectivos objetivos e indicadores estratégicos. Rodrigo chama a atenção para a nova proposta de gerenciamento dos processos (figura "B"). Ele cita o serviço de água. Para ele é importante uma visão global do serviço, desde a captação, passando pelo tratamento, manutenção das redes até a distribuição para o cliente externo. "Propomos que todas as áreas envolvidas tenham esta visão do todo, não apenas das partes. Uma visão sistêmica, ou seja, todos podem contribuir caso haja um gargalo ou alguma dificuldade em parte do processo." O analista de TI Rodrigo reforça que tudo o que se está fazendo no processo, o novo alinhamento estratégico, que mexe em estruturas já consolidadas internamente, vai repercutir nos serviços prestados à população."Por esta razão estamos trabalhando internamente para reorientar os procedimentos. É importante que o resultado para a sociedade esteja dentro do projetado, mas garantindo a sustentabilidade do Dmae não apenas para atender as demandas atuais, mas também às demandas futuras."

> O que importa nisso tudo é o resultado final dos serviços na ponta percebido pelos os consumidores.

Pantaleão, por sua vez, usa a palavra integração como ideia do processo coletivo de trabalho. "Se algum serviço do Dmae não estiver funcionando bem, não é uma área isolada que sofrerá a crítica, mas o Departamento como um todo. O que importa nisso tudo é o resultado final dos serviços na ponta, percebido pelos os consumidores. É um longo processo que consolida a integração das diferentes áreas."

A conexão entre ações, processos e objetivos estratégicos



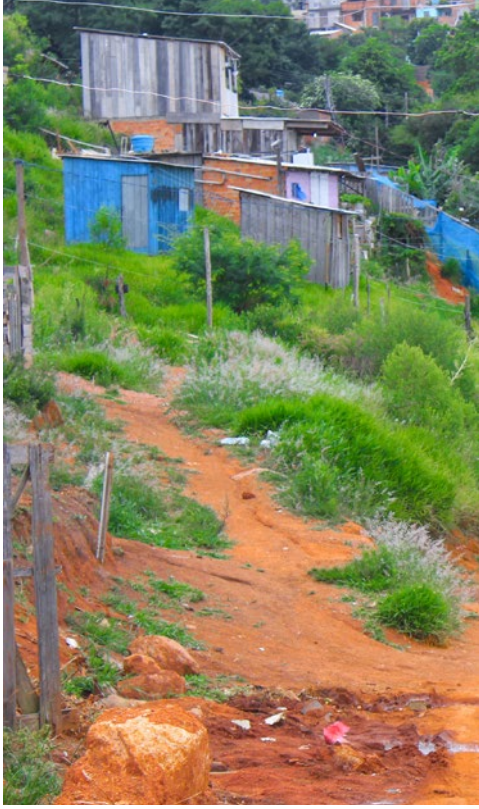


A percepção do que cada integrante do Dmae faz e como isto impacta no resultado final está dentro desta reavaliação estratégica, não importando a área, porque pode ser administrativa, de operações, de manutenção, de comunicação, ou as que estão ou não em contato com o público final. Esta visão está reproduzida na figura "C".

A nova reconfiguração dos processos está em fase de apresentação às equipes. Existe um tempo de maturação e de absorção das novas técnicas e conhecimentos, mas as equipes têm se mostrado receptivas segundo os especialistas. "Ao longo de 2019 foi implantado este modelo, aferimos os resultados dos processos e os impactos gerados no desempenho. Um alinhamento de linguagem e conceitos foi realizado no primeiro semestre/2019, com os gestores focados no entendimento de que o trabalho de cada um é imprescindível à execução da estratégia definida pelo Dmae na prestação de serviços à cidade de Porto Alegre", finaliza Elisete Silva

DMLU tem alternativas para coleta em **áreas de difícil acesso**

Por **Adriana Nascimento Machado**
Jornalista, assessora de imprensa do DMLU



O crescimento desordenado da capital gaúcha faz com que diversos setores da Prefeitura tenham que planejar e adaptar a prestação de seus serviços. Esta situação não é indiferente ao Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), que tem alternativas e veículos diferenciados para coleta em áreas de difícil acesso e de tráfego intenso. Porto Alegre é dividida em 136 setores para a coleta de resíduos domiciliares porta a porta. Deste número, 12 estão em áreas com dificuldades de acesso, como comunidades com becos estreitos e fiação baixa, onde o caminhão não passa, entre outras peculiaridades, e 42 ocorrem à noite, em função de tráfego intenso durante o dia. Os 82 setores restantes estão em locais de acesso normal. Para atuar na coleta domiciliar de toda a cidade, o órgão de limpeza urbana dispõe de 168 operários no turno diurno e 84 no turno noturno.

De acordo com a equipe de Coleta Domiciliar do Departamento, Porto Alegre tem 64 localidades com complexidade de entrada extrema para recolhimento dos resíduos. São áreas onde existem escadarias, becos muito estreitos, aclives e declives acentuados. Nestes locais os operários fazem a puxada, um trabalho braçal, onde um caminhão fica na entrada de um beco estreito e os garis entram nas áreas adversas, coletam os resíduos que os moradores devem deixar em frente a suas casas nos dias e horários de coleta e os levam até o caminhão.

Para locais de entrada complicada – onde as ruas e becos não são tão estreitos, mas os caminhões truck ou compactadores tradicionais utilizados em vias normais não conseguem entrar – o Departamento conta com seis caminhões pequenos tipo minicompactadores. Para áreas com aclives ou declives intensos, onde o minicompactador não consegue se deslocar, são utilizados três caminhões leves tipo caçamba 4x4.

Para atender todas as áreas de difícil acesso da cidade, o DMLU dividiu a coleta em seis roteiros de dias pares e mais seis roteiros em dias ímpares, que coletam

aproximadamente 1,2 tonelada de resíduos por mês. As 12 regiões com dificuldades para acessibilidade de coleta, perfazem 342,9 quilômetros de deslocamento por mês, uma verdadeira maratona. A execução do serviço dispõe de nove motoristas, três fiscais e 18 coletores, mais conhecidos como “garis”.

A Coleta Domiciliar Noturna também foi adequada a regiões de maior concentração de comércio e com boa iluminação, sempre primando pela segurança do serviço. Um exemplo é a coleta no Centro Histórico, que é feita no turno da noite em função do tráfego intenso de veículos e grande movimentação de pedestres. Os 42 setores de coleta domiciliar noturna dividem-se em 21 setores em dias pares e 21 em dias ímpares.

> “Para atender áreas de difícil acesso, o DMLU dividiu a coleta em seis roteiros de dias pares e seis roteiros de dias ímpares, que recolhem aproximadamente 1,2 tonelada de resíduos por mês.

O serviço de coleta também teve que ser adaptado para a orla do Guaíba e áreas da cidade que receberam contêineres. Na areia, os veículos correm risco de atolamento, sendo preciso o uso de tratores para pegar os resíduos, como galhos, animais mortos, flutuantes, entre outros. Já a Coleta Automatizada necessita ajustar-se às características de tráfego da região atendida. Também levam-se em conta as redes de drenagem e os cabeamentos existentes (como energia, telefonia, semafórica), largura da via e do passeio, vegetação e segurança viária, com as normas técnicas estabelecidas em instrução normativa, que norteiam a instalação e a movimentação dos coletores.

O DMLU também tem ações e programas para que os cidadãos colaborem com a limpeza urbana. O Bota-fora é uma das alternativas para descarte de resíduos que não são recolhidos pelas coletas regulares, como eletrodomésticos, móveis e outros objetos de grande volume. O serviço é realizado em parceria com os cidadãos das cerca de 200 comunidades, atendidas semestralmente. A iniciativa facilita o descarte correto de materiais a esses moradores e evita a geração de focos de lixo. Outra possibilidade disponibilizada pelo órgão é a entrega desse tipo de material nas Unidades de Destino Certo (UDC), também chamadas de Ecopontos. Os locais, distribuídos estrategicamente por nove pontos na cidade, recebem gratuitamente madeira, móveis velhos e entulhos. Para quem tem dificuldade de locomoção, o Departamento disponibiliza, ainda, os serviços de Coletas Pagas, que podem ser contratados pelo serviço de atendimento da Prefeitura, o sistema 156.

“Tais esforços são gerenciados para que possamos manter a cidade limpa e evitar o surgimento de focos de lixo, que causam transtornos à população. O acúmulo de resíduos de forma inadequada gera alagamentos e contribui para surgimento de doenças”, enfatiza o diretor-geral do DMLU, Renê Machado de Souza. Ele explica ainda que as equipes do Departamento atuam diariamente em toda a cidade, como agentes da saúde pública, na busca por soluções que atendam as particularidades de cada localidade, seguindo as diretrizes de planejamento integrado dos resíduos sólidos

REPORTAGE

Ocupação Urbana de Porto Alegre em 1984

em

Expansão do saneamento depende de recursos e gestão

Ocupação Urbana de Porto Alegre atualmente

Exatamente como um ser vivo, as cidades se movimentam a cada dia. Populações se deslocam de uma região para outra dos espaços urbanos e o serviço de saneamento precisa correr junto, pois não é possível esperar. Tudo é urgente.

Como enfrentar esta realidade? Para o diretor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professor Carlos André Bulhões Mendes, parte do problema se deve ao fato de estarmos muito atrasados nas obras de infraestrutura. Ele não se refere a Porto Alegre em específico. Bulhões Mendes entende que o problema é uma questão nacional que há décadas depende de uma forte decisão política. "As administrações municipais vivenciam este drama porque não cumprimos os nossos próprios planejamentos nacionais. Buscamos a universalização desde a década de 1970 com o Plano Nacional de Saneamento (Planasa) e até agora não conseguimos. Sempre é algo que não se alcança. O tempo passou e não chegamos nem perto de cumprir as metas. Agora a meta é 2033 como a data prevista da universalização. Sempre a custo de bilhões. Parece que não conseguimos fazer a travessia, a gente sempre fica pelo meio, como no romance Grande Sertão: Veredas, do Guimarães Rosa, sempre fica pelo meio de forma incompleta", lamenta.

A dificuldade de acompanhar as necessidades da sociedade por serviços básicos é vista pelo presidente-executivo da Organização de Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) Trata Brasil, Édison Carlos, como o resultado de políticas públicas pouco eficazes. Ele explica que os projetos e obras de saneamento requerem muito recurso e muito planejamento. Pelos levantamentos da OSCIP estima-se que o Brasil necessite em torno de 400 bilhões de reais em 20 anos para levar água tratada, coleta e tratamento de esgotos a todos os brasileiros. "Os anos de investimentos no PAC Saneamento, no entanto, mostraram que não é só a falta de recursos que trava o saneamento; há muitos outros gargalos a serem vencidos, tais como a falta de empenho de muitos prefeitos e governadores, a burocracia para acesso aos recursos, a baixa capacidade dos municípios de elaborar projetos, a quantidade insuficiente de regulação, entre outros."

Édison Carlos assinala que a crise econômica e o crescimento desordenado das cidades levam às ocupações irregulares. Neste caso, segundo ele, a primeira coisa que falha é a fiscalização quanto à ocupação do espaço público. A partir da instalação do núcleo, reforça o presidente-executivo da Trata Brasil, que a questão passa a ser de regularização ou não da área. "Isso depende dos órgãos legais, prefeitura, Ministério Público, órgão ambiental (se a área estiver em zona de proteção ambiental). Normalmente, há uma grande dificuldade em se autorizar a chegada de serviços de água e esgotos, em detrimento de outras infraestruturas que chegam mais rápido como eletricidade, telecomunicação", comenta.

Para o professor da UFRGS não há nenhuma ilicitude das pessoas buscarem um lugar para viver, mesmo que estes lugares não sejam adequados ou estejam em reservas ambientais. A ilicitude ocorre quando o poder público, desconsiderando os aspectos técnicos, as recomendações de especialistas, decide que vai levar infraestrutura para as pessoas nestas áreas que muitas vezes são de risco como as margens de rios e as encostas de morros.

Loteamento em área irregular na Zona Leste de Porto Alegre

O cuidado com as regularizações é fundamental não apenas para as questões ambientais como para a proteção das pessoas. "Quando a água vai para estes espaços eu não chamo de desastre. Eu chamo de reintegração de posse. Existe hoje uma pressão política muito grande e que, diga-se de passagem, a Prefeitura de Porto Alegre, através de seus técnicos, resiste bravamente a isso, em não ceder à pressão imobiliária de ocupação destas áreas porque ao regularizar torna-se, em ato contínuo, o provimento de toda a infraestrutura pública. Quando isto ocorre, pode ser cobrado o IPTU, mas a prefeitura, o poder público precisam fornecer todo o serviço, inclusive o de saneamento", comenta Bulhões Mendes.

O crescimento desordenado das áreas urbanas, para o diretor do IPH, impõe cautela do setor público para não sair regularizando ocupações apenas para atender a pressões políticas. Ele diz que a Lei Federal 13.465 de julho de 2017 admite certa leniência no processo de regularidade fundiária. Ele cita o caso das ilhas do Guaíba que estão ocupadas por famílias de trabalhadores, onde se encontram casas de bom valor imobiliário, clubes e colônias de pescadores. "Em todos estes casos há certa irregularidade na ocupação final. Tudo isto está dentro do Parque Estadual do Delta do Rio Jacuí que deveria estar preservado. Quando chove inunda tudo aquilo. Por quê? Porque ali é o espaço da água. É um movimento natural, da natureza. Não existe nenhum desastre no fato da natureza funcionar e ocupar os seus espaços. Qual é o grande desastre? Permitir a ocupação destas áreas. Não é apenas uma questão ambiental, é humanitária também, pois a natureza cedo ou tarde cobra o que lhe pertence", reflete ele.

A crise nas ocupações dos espaços urbanos não é um fenômeno de Porto Alegre, mas de grandes aglomerados urbanos no mundo afora, observa o professor da UFRGS, mas o que aumenta o problema é uma certa incapacidade do poder público de planejar, de se antecipar ao problema. "Quando o poder público decide regularizar a ocupação em uma área de risco também está se comprometendo a levar a infraestrutura até lá. Às vezes, esta infraestrutura, pelas dificuldades que a área apresenta, tem custo muito superior ao das áreas normalmente regularizadas", lembra ele.

Loteamentos em áreas regularizadas na Zona Leste, com tramitação e aprovação junto à Prefeitura de Porto Alegre

A especulação imobiliária entra neste processo porque tenta atrair as pessoas para áreas mais distantes das tradicionais, onde as habitações possuem valores mais compatíveis com a condição econômica da população. Normalmente são áreas com pouco investimento público e portanto mais baratas. Ele alerta que "é complexo o problema, porque outros interesses entram cena. Isto que estamos falando apenas dos empreendimentos regularizados".

O diretor do IPH ressalta, no entanto, que temos tecnologia, capacidade técnica, porque os serviços básicos não exigem inovações. "O que precisamos é priorizar, aplicar o orçamento como o planejado e fazer valer o interesse público sem privilégios. Assim conseguiremos superar nossos atrasos históricos que, infelizmente, colocam o nosso país em patamares semelhantes aos dos países europeus há mais um século atrás".

As empresas de saneamento, por sua vez, explica o presidente-executivo da Trata Brasil, estão em graus muito diferentes de governança, gestão técnica e financeira, eficiência nos serviços e, custos internos. "Essa diferença faz com que tenhamos empresas eficientes, e que conseguem fazer bons projetos, buscar recursos financeiros, perseguir o objetivo de expandir os serviços e água e esgotos, melhorar a qualidade do atendimento. Por outro lado, temos empresas muito endividadas, com pouca capacidade técnica, sem nenhuma capacidade de investir, não conseguem tomar recursos no mercado financeiro, consequentemente não conseguem expandir os serviços".

> "O que precisamos é priorizar, aplicar o orçamento como o planejado e fazer valer o interesse público sem privilégios. Assim conseguiremos superar nossos atrasos históricos que, infelizmente, colocam o nosso país em patamares semelhantes aos dos países europeus há mais um século atrás"

Édison Carlos reforça que dar prioridade para o tema seria um passo importante para melhorar a gestão. Buscar fontes alternativas de financiamento seria um caminho a trilhar quando as portas se fecham. "Há outras fontes de recursos, além das tradicionais, como recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), via Caixa Econômica Federal, ou BNDES, mas a empresa ou prefeitura/estado precisam ter condições financeiras para tanto."

Ele conclui lembrando que o atraso do Brasil como país passa pelo setor de saneamento e que os levantamentos mais recentes apontam para o impacto econômico do setor. "O saneamento reduz doenças e custos na saúde pública. Deixa as pessoas mais saudáveis para estudar e trabalhar, melhora o valor dos imóveis, melhora o turismo, despolui rios e praias etc. Estudo recente do Trata Brasil mostra que se o país resolvesse o problema até 2036 haveria um ganho líquido, já descontando os investimentos, de R$ 56 bilhões ao ano. Isso mostra que é o melhor investimento que o país pode fazer nos próximos anos".

Implantação de rede de água

Saneamento contribui para o desenvolvimento econômico

Enquanto o país debate os impactos do crescimento urbano desordenado, um estudo do Instituto Trata Brasil mostra que seria mais eficiente e economicamente interessante para o Brasil o investimento maciço em saneamento. “Se você supera a falta de infraestrutura, significa que está um passo à frente, e toda a movimentação no espaço urbano já estará prevista”, relata Édison Carlos, engenheiro químico, presidente-executivo do Instituto Trata Brasil, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) mantida por empresas interessadas nos avanços do saneamento básico.

De acordo com este último levantamento, a parcela da população brasileira com acesso aos serviços de distribuição de água tratada passou de 80,6% em 2004 para 83,3% em 2016. Já a parcela da população com acesso aos serviços de coleta de esgoto passou de 38,4% para 51,92% entre 2005 e 2016.

Implantação de rede pluvial na Avenida dos Industriários

Apesar do avanço, o número de brasileiros sem acesso a esses serviços ainda é enorme e o desafio da universalização é algo distante. A base de dados para as conclusões do estudo incluíram, além do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades, e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2004 a 2015, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os resultados das pesquisas Nacional de Saúde, da Indústria da Construção, a pesquisa Anual dos Serviços e também das Contas Nacionais Consolidadas. As informações de saúde – número e custos das internações por doenças gastrointestinais infecciosas – vêm do DATASUS.

O estudo calcula em R$ 443,5 bilhões em 20 anos para que todos os brasileiros tenham acesso aos serviços de água e esgoto o que representa um investimento anual de R$ 22,2 bilhões. Se os recursos desta ordem fossem investidos, a previsão dos especialistas é que em duas décadas os ganhos econômicos e sociais trazidos pela expansão dos serviços em suas diversas áreas seriam de R$ 1,125 trilhão. “São ganhos expressivos para o país, muito superiores aos custos da universalização” prevê Édison Carlos.

Serviço de desobstrução de esgoto na Cohab Cavalhada

Custos e benefícios da expansão do saneamento no Brasil – 2016 a 2036

Custos e benefícios	Por ano /em R$ bilhões	2016-2036 /em R$ bilhões
Economia nos gastos com Saúde	0,297	5,9449
Aumento na produtividade no trabalho	9,519	190.374
Renda da valorização imobiliária	22,373	447,457
Renda Turismo	2,143	42,860
Renda gerada pelo investimento	15,097	301,933
Renda gerada pelo aumento de operação	24,496	489,920
Impostos ligados à produção	2,141	42,825

Resumo do quadro atual no Brasil

Coleta

- **51,92%** da população têm acesso à coleta de esgoto.
- Mais de **100 milhões** de brasileiros não têm acesso a este serviço.
- Mais de **3,5 milhões** de brasileiros, nas 100 maiores cidades do País, despejam esgoto irregularmente, mesmo tendo redes coletoras disponíveis.
- Cerca de **13 milhões** de crianças e adolescentes não têm acesso ao saneamento básico.
- **3,1%** das crianças e dos adolescentes não têm sanitário em casa.

Tratamento

- **44,92%** dos esgotos do País são tratados.
- A média das 100 maiores cidades brasileiras em tratamento dos esgotos foi de **50,26%**.
- Apenas dez das grandes cidades do Brasil tratam acima de **80%** de seus esgotos.

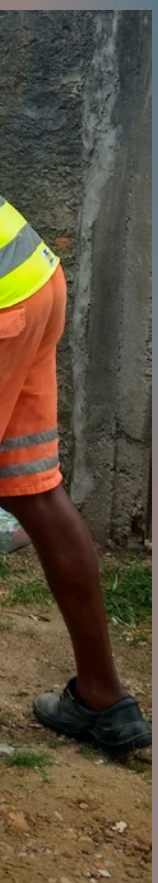
Coleta por região

- Norte: **10,45%**.
- Nordeste: **26,79%**.
- Sudeste: **78,57%**.
- Sul: **42,46%**.
- Centro Oeste: **51,52%**.

Tratamento por região

- Norte: **18,3%**.
- Nordeste: **36,22%**.
- Sudeste: **48,8%**.
- Sul: **43,87%**.
- Centro Oeste: **52,62%.**

Fontes: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2016)
Estudo Trata Brasil "Ociosidade das Redes de Esgoto – 2015" • UNICEF – Pobreza na Infância 2018



Planejamento do saneamento integrado ao desenvolvimento urbano

Para o planejamento urbano de uma cidade,

é necessário um amplo estudo de como se dará o seu desenvolvimento e crescimento a partir das características do município e do que está estabelecido em seu Plano Diretor, que é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

Airana Ramalho do Canto

Engenheira civil graduada pela PUCRS, possui MBA em Gestão Pública e MBA em Gestão de Projetos. Atua na área de projetos e planejamento do Dmae desde 2003 e atualmente exerce a função de gerente de Planejamento.

O município de Porto Alegre conta desde o começo do século XX com versões específicas de planos para organizar o crescimento da cidade. Os três primeiros estudos – realizados em 1914, em 1935/37 e em 1942 – estavam voltados para as questões viárias da cidade. Estes planos contribuíram para o planejamento urbano de Porto Alegre, com princípios orientadores bem definidos, estudos de novas avenidas, a primeira ponte do Arroio Dilúvio, a necessidade de construção do túnel sob a Avenida Independência, a definição de sistemas radiais e perimetrais e a necessidade de estabelecer zoneamento para a cidade.

O primeiro plano que contemplou todo o município foi o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de 1979, que fez uma divisão entre a área urbana e a área rural. Esse plano permaneceu vigente por 20 anos. Em 1999 entrou em vigor o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA), que teve algumas alterações no texto, com a LC no 646/2010, e atualmente está em fase de revisão.

No âmbito do saneamento, o Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre (Dmae) desde sua criação, em 1961, esteve à frente de estudos e análises dos sistemas de água e esgoto. Em 1966, elaborou o primeiro Plano Diretor de Esgoto (PDE); em 1981, o primeiro Plano Diretor de Água (PDA). Este PDA de 1981/82 foi elaborado considerando as definições do PDDU do município, que tinha sido aprovado em 1979. Os Planos Diretores de Água e Esgoto são documentos atualizados periodicamente e têm o objetivo principal de definir as diretrizes para expansão, os planos de ação e os investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo necessária a sua atualização constante, de modo a acompanhar o crescimento e as migrações da população dentro da cidade.

> “Um exemplo de planejamento no abastecimento de água (...) consta no primeiro PMSB, elaborado em 2013, quando foi identificado um acentuado crescimento populacional na Zona Sul.

A partir das diretrizes apontadas na Lei do Saneamento Básico (Lei Federal 11.445/2007) e seus decretos regulamentadores, que instituem a Política de Saneamento Básico no Brasil, foram realizados, em 2013, o PMSB – Modalidade Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e, em 2015, o PMSB com as quatro modalidades estabelecidas pela legislação federal, consideradas como prestação de serviços públicos de natureza essencial: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais urbanas e resíduos sólidos.

O PMSB é uma ferramenta estratégica de planejamento e gestão, que apresenta o diagnóstico atual de cada uma das modalidades com objetivos, e propõe metas e ações para atender a universalização dos serviços para todo o município.

Um exemplo de planejamento no abastecimento de água, acompanhando as alterações na ocupação do município, consta no primeiro PMSB – Modalidade Abastecimento de Água, elaborado em 2013, quando foi identificado um acentuado crescimento populacional na Zona Sul. Devido aos grandes vazios urbanos nesta região, houve o favorecimento da expansão urbana com a transferência de população para novas áreas, até então, desocupadas. Considerando esse cenário de expansão, tanto na Zona Sul quanto na Lomba do Pinheiro, constatou-se a necessidade de ampliação da infraestrutura do sistema que abastece estas regiões – Sistema Belém Novo.

Após estudos e levantamentos, considerando as diretrizes solicitadas para a implantação de novos empreendimentos e loteamentos na área de abrangência do Sistema Belém Novo, chegou-se à conclusão de que havia necessidade de acréscimo de vazão de abastecimento para longo prazo em 2.500 l/s. Foram consideradas algumas alternativas para ampliação do sistema e, após a elaboração de estudos técnicos e econômico-financeiros, foi definida a alternativa que prevê a instalação do um novo sistema – Ponta do Arado, mantendo inicialmente o sistema Belém Novo também em operação, e posteriormente a ampliação do novo sistema para 4.000 l/s, com a desativação do sistema Belém Novo.

O novo sistema abrange a execução de nova adutora de captação de água bruta no Lago Guaíba, nova estação de bombeamento de água bruta (EBAB), nova adutora de recalque de água bruta, nova estação de tratamento de água (ETA), incluindo reservatório e estação de bombeamento de água tratada e adutoras de recalque, além de outras obras, que ampliam o atual sistema Belém Novo. As primeiras obras já foram realizadas, como a ampliação dos reservatórios na Restinga e o reforço da adutora Belém Novo/Restinga, que, além de fazerem parte do novo sistema a ser implantado, possibilitam uma melhoria e dão mais estabilidade operacional ao sistema atual durante o período que antecede a execução das demais obras.

O planejamento da infraestrutura de saneamento é um processo dinâmico, bastante influenciado pelas carências habitacionais e pelas oportunidades de expansão, seja pelo processo regular que é impulsionado pelo setor da construção civil e também pelas oportunidades de financiamento, como também pelo processo irregular, influenciado pelas dificuldades econômicas de parcela significativa da população. Em Porto Alegre identifica-se que a maior parte da expansão habitacional é resultado da transferência de população para novas áreas até então desocupadas, como está se verificando na Zona Sul e na Lomba do Pinheiro, onde ainda existem grandes vazios urbanos, sem infraestrutura implantada, ou seja, a população que antes ocupava regiões com infraestrutura estabelecida está migrando para áreas mais afastadas, onde ainda são necessários muitos investimentos.

“O planejamento da infraestrutura de saneamento é um processo dinâmico, bastante influenciado pelas carências habitacionais e pelas oportunidades de expansão, seja pelo processo regular (...) como também pelo processo irregular.

Esses espaços vazios, além de atraírem novos empreendimentos, favorecendo a construção de núcleos habitacionais longe da área central, também favorecem o surgimento de áreas informais, a maioria delas em locais que não têm infraestrutura, como água regular, energia elétrica, pavimentação e rede de drenagem. Essas áreas geralmente possuem acessos por becos irregulares e estão localizadas, muitas vezes, em áreas de preservação ambiental, áreas alagáveis, beiras de arroio e encostas de morro. Nestes locais, a dificuldade de antever a ocupação é muito grande, pois o processo de ocupação é muito rápido e não passa pelas avaliações dos técnicos do município. Considerando que não há uma prévia avaliação, em muitos casos, a ocupação se consolida em locais inadequados, sem respaldo legal e técnico para a consolidação de infraestrutura pública. Isso gera dificuldades para a comunidade onde a área está localizada e também para o poder público, pois geralmente acarreta um consumo de água não previsto, não planejado e não quantificado. Em consequência, a população é colocada em risco e ocorre grande instabilidade nos sistemas de

abastecimento de água, além de dificuldades no sistema de transporte urbano, na drenagem, na pavimentação, no esgotamento sanitário etc.

Na parte do abastecimento de água e do esgotamento sanitário, o Dmae – através da participação nas diversas comissões municipais que acompanham e analisam os novos empreendimentos e loteamentos a serem instalados na cidade – atualiza e revisa o planejamento dos sistemas de água e esgoto. Periodicamente promove a avaliação dos sistemas, considerando as novas demandas pontuais e o impacto a ser gerado nas redes, nas adutoras ou coletores tronco/interceptores, nas estações de bombeamento e também nas estações de tratamento de água ou esgoto. O Dmae procura antever as possíveis expansões e ajustar os projetos futuros para atender o crescimento da cidade e as situações pontuais em que o sistema atual não comporte tal incremento. Nesse caso, é solicitado aos empreendedores que executem reforços ou complementos na infraestrutura, principalmente extensões de redes de água e/ou reservatórios no caso de abastecimento de água, como também extensões de rede de esgoto para interligação ao sistema de tratamento ou alternativas de tratamento local, quando é inviável a interligação aos sistemas existentes.

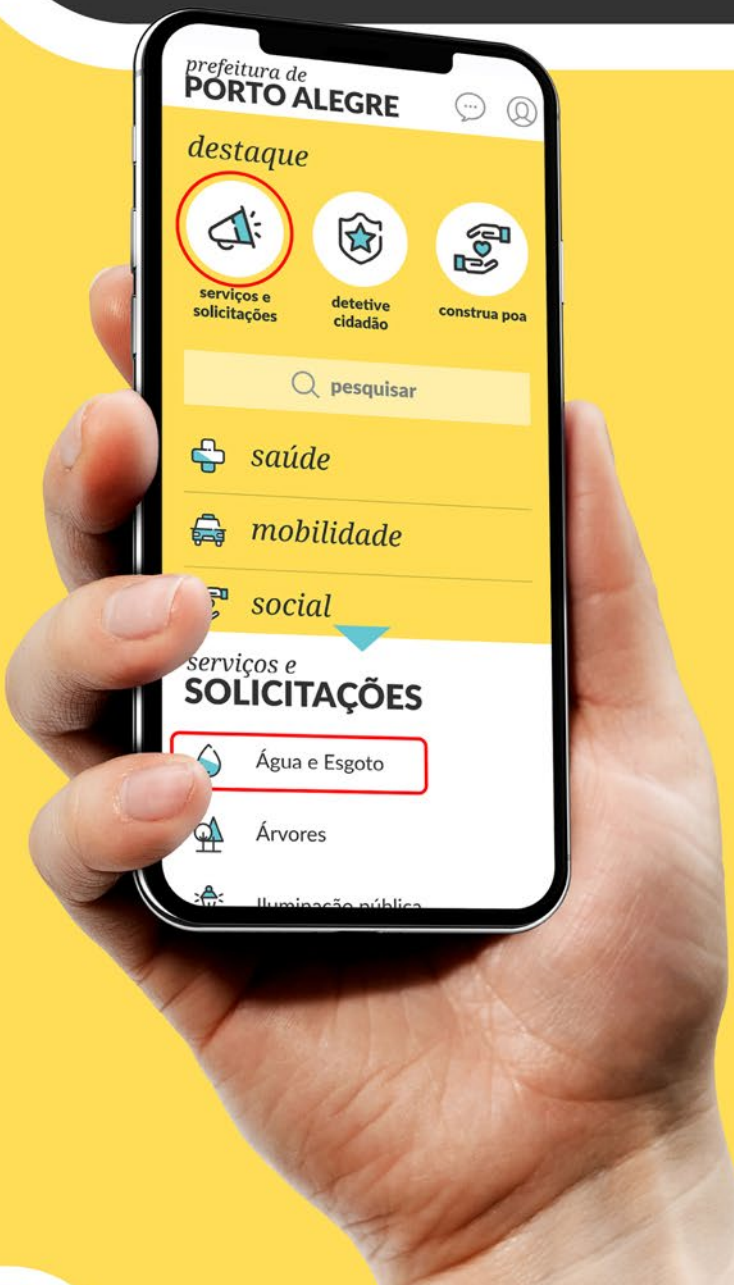
> “Temos um longo caminho a percorrer, não apenas para vencer os problemas de abastecimento de água, mas também para possibilitar o provimento de infraestrutura pública a grande parcela da população.

Estas análises são rotineiras e funcionam adequadamente nas situações que tramitam nas comissões municipais, pois possibilitam uma análise técnica utilizando ferramentas de geoprocessamento, que posicionam e compatibilizam as demandas de cada região da cidade. Algumas dificuldades são estabelecidas nas situações em que se propõe uma solução conjunta entre empreendimentos lindeiros, que poderiam se beneficiar de uma mesma ampliação, mas por situações diversas, as implantações dos empreendimentos não ocorrem no prazo previsto. Outra dificuldade para o Dmae é gerada pela grande quantidade de solicitações de diretrizes para novos empreendimentos, muitas delas referentes apenas às avaliações de viabilidades de áreas para possíveis implantações, mas que acabam nunca se concretizando, ou seja, acabam gerando uma avaliação equivocada.

De outro lado, o grande impacto, principalmente nos sistemas de abastecimento de água, ocorre quando as ocupações não são planejadas e acontecem à margem da avaliação preliminar dos técnicos. Em uma cidade com tantos espaços vazios e com tanto déficit habitacional, esse problema ainda não foi resolvido, mesmo com o grande incremento de empreendimentos financiados pelo programa federal Minha Casa Minha Vida (MCMV). Verificou-se que os empreendimentos voltados à parcela da população mais carente de moradia não foram efetivados em quantidade suficiente. Isso demonstra que temos um longo caminho a percorrer, não apenas para vencer os problemas de abastecimento de água, mas também para possibilitar o provimento de infraestrutura pública a grande parcela da população que ainda necessita do amparo do governo para ter condições adequadas de moradia.

Desta forma – além do pioneirismo que Porto Alegre sempre demonstrou em seus planejamentos e planos de urbanização – é urgente que se estabeleçam políticas públicas que compatibilizem temas diversos, como habitação, saneamento, saúde e educação, para definir critérios técnicos e legais que possam subsidiar os próximos planos e ações, e respaldar de forma eficaz a priorização de investimentos

O DMAE na palma da sua mão



Você sabia?

Vários serviços do Dmae podem ser solicitados pelo aplicativo **#EuFaçoPOA**.

Baixe já o seu!

comunicaçãodmae

prefeitura PORTO ALEGRE

Além de prático e rápido, você ganha tempo, sem precisar se deslocar a um posto de atendimento, nem esperar em filas para ser atendido.

Além do aplicativo, você pode resolver suas demandas entrando em contato com o Dmae através...

- dos **Postos de Atendimento ao Cliente**
  Aliança (Zona Norte) - Rua Aliança, 70
  Centro - Rua José Montaury, 159
- do site do Dmae: **www.dmae.rs.gov.br**
- do WhatsDmae **(51) 99332.8170**
- do telefone **156, opção 2**
- do **Chat do Dmae**
  centraldmae.procempa.com.br/chat
- do **Correio Geral**
  dmae@dmae.prefpoa.com.br

ECOS TÉCNICA

ENCARTE

11

FEVEREIRO

2020

11

Produção real e estimativas teóricas de produção/remoção de sólidos em ETEs do Dmae

Allan Guedes Pozzebon • Charles Coser de Mattos • Joicineli F. Oliveira Becker

5

Potencial energético e agrícola de lodo de Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs: estudo de caso do lodo da ETE Serraria, Dmae, Porto Alegre, RS

Luciana Monteiro Moura • Márcia Regina Thewes • Bianca Dutra Rinker • Júlio Manoel Gomes

19

Apresentação

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

O primeiro trabalho denominado "Produção real e estimativas teóricas de produção/remoção de sólidos em ETEs do Dmae" pesquisou uma metodologia de cálculo capaz de estimar a quantidade de lodo produzido, bem como, os teores de areia e resíduos de gradeamento a serem removidos nos processos de tratamento nas ETEs Serraria, São João/Navegantes, Sarandi e Ruben Berta, as quais se destacam por serem as maiores ETEs do Departamento em termos de produção de resíduos.

Já o segundo trabalho intitulado de "Potencial energético e agrícola de lodo de Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs: estudo de caso do lodo da ETE Serraria, Dmae, Porto Alegre, RS" buscou avaliar o potencial energético e caracterização química e biológica do lodo oriundo do tratamento de esgotos da ETE Serraria e propor alternativas de destinação adequadas para o departamento, com sustentabilidade ambiental e econômica.

Esses trabalhos apresentam informações importantes a respeito das melhorias que o Dmae vem implantando para qualificar o processo de tratamento de esgotos, bem como para atingir sua missão "prestar serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário com qualidade, sendo social e ambientalmente responsável".

ECOS TÉCNICA

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Departamento Municipal de Água e Esgotos
Unidade de Comunicação Social - UCS

Coordenação da Unidade de Comunicação Social
Aline Antunes Coelho

Edição
Maria de Lourdes da Cunha Wolff (Mtb 6.535)

Arte e Diagramação
Endrigo Valadão da Cunha Capra

Fotos da Capa
Andréa Cristina Martins de Freitas

Revisão
Editorial Sul Serviços Editoriais e de Internet Ltda.

Impressão
Gráfica do Dmae

Tiragem
500 exemplares

ECOS Técnica é uma publicação quadrimestral, encartada na Revista ECOS, ano 25, fevereiro de 2020, 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.

Titulares da Comissão Editorial da ECOS Técnica
Anelise Sampaio dos Santos (DA)
Elisete Silva dos Santos (DD)
Flávio da Cunha Machado (DO)
Rodrigo da Rocha Andrade (DT)
Maria Aparecida da Rosa Lopes (DC)
Maria de Lourdes da Cunha Wolff (UCS)
Nadia Maria Lorini (Coordenação) (UNI)

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

Produção real e estimativas teóricas de produção/remoção de sólidos em ETEs do Dmae

Allan Guedes Pozzebon[1]
Charles Coser de Mattos[2]
Joicineli F. Oliveira Becker[3]

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo propor um método de estimativa de produção/ remoção de resíduos nas ETEs Serraria, São João/Navegantes, Sarandi e Ruben Berta. A metodologia de cálculo baseou-se em fatores de produção/remoção relatados em literatura consagrada na área de saneamento, bem como, em dados do planejamento do Dmae para o período de 2018-2021. Com base nos resultados, verificou-se que o modelo de projeção está dentro do verificado em estudos da área e adere à realidade operacional nas ETEs; entretanto tende a sofrer distorções no valor estimado para resíduos de gradeamento e de desarenação. Para o ano de 2018, somente na ETE Serraria, estima-se a necessidade de remoção de 8.536 toneladas de lodo a 20% em sólidos. A capacidade atual de remoção de resíduos de processo está abaixo do necessário e planejado, sendo que na ETE Serraria, para o lodo, este *déficit* chegará a mais de 50% no ano de 2018. A carga orgânica que aporta nas ETEs ainda é inferior aos dados planejados no PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico, reforçando a necessidade de expansão nas redes de esgoto sanitário no município.

Palavras-chave: resíduos, estimativa, esgoto

1 Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Rio Grande, Coordenador de Tratamento de Esgoto Norte da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

2 Químico pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Servidor da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

3 Química Industrial e Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Servidora da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

Introdução

O aumento da capacidade dos sistemas de esgotamento sanitário, conforme previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto Alegre-PMSB, edição 2015, implica aumento da quantidade de resíduos sólidos provenientes dos processos de Estações de Tratamento de Esgoto-ETEs. Assim, o Dmae tem buscado continuamente o correto planejamento das operações envolvendo manejo de resíduos sólidos, tais como lodos, areia e sólidos grosseiros originados nas ETEs pelo tratamento de esgotos domésticos da cidade de Porto Alegre.

O tratamento de esgotos domésticos compreende ampla gama de operações e processos. No Dmae, destaca-se o processo biológico de tratamento de esgoto. Neste tipo de tratamento, o objetivo geral é transformar (oxidar) constituintes biodegradáveis presentes na massa de esgoto em produtos finais aceitáveis do ponto de vista ambiental, (Metcalf & Eddy, 2016). Os processos biológicos de tratamento de esgoto utilizam-se de bactérias aeróbicas ou anaeróbicas para consumir a matéria biodegradável. Essas bactérias, utilizam matéria orgânica oriunda do esgoto para seus processos vitais, tais como nutrição e também produzem biomassa, incorporando os sólidos suspensos e coloidais. Essa biomassa apresenta peso específico ligeiramente superior aos do efluente podendo ser removido por processo de sedimentação.

A remoção periódica do excesso desse sólido é condição precípua do tratamento de efluentes, para que não haja perda de sólidos no efluente. Os lodos gerados em ETEs têm suas características determinadas pela origem dos sólidos, tipo de processo de tratamento, bem como época do ano. Podem ser classificados em lodo primário, de odor ofensivo, proveniente da decantação primária; e o lodo secundário, de cor marrom, odor de terra úmida, oriundo do tratamento biológico. Ambos os lodos devem ser digeridos antes da destinação final, por se tornarem sépticos facilmente.

Os grandes volumes de lodo, seu processamento e disposição ambientalmente adequados, talvez sejam, hoje, o problema mais complexo na área da engenharia sanitária. Neste sentido, o Dmae tem buscado qualificar seus processos de gestão e gerenciamento de resíduos. Para o planejamento das ações, faz-se necessário o conhecimento dos quantitativos dos resíduos produzidos e/ou removidos em ETEs, assim a produção de um modelo de estimativa que seja adequado à realidade do Departamento se constitui em uma ferramenta para a otimização da política de resíduos.

Objetivos

O objetivo do presente estudo foi buscar uma metodologia de cálculo capaz de estimar a quantidade de lodo produzido em ETEs do Dmae; bem como, os teores de areia e resíduos de gradeamento a serem removidos nos processos de tratamento. Neste sentido, o trabalho foi desenvolvido em dois escopos:

- Propor metodologia de cálculo para estimar a produção de sólidos (lodo) nas ETEs Serraria, São João/Navegantes, Sarandi e Ruben Berta;

- Estimar a necessidade de remoção de resíduos sólidos grosseiros, oriundos do processo de gradeamento, bem como a remoção de areia no processo de desarenação para as três maiores ETEs do Dmae: Serraria, São João/Navegantes e Sarandi no período 2018-2021.

Metodologia

O estudo foi construído considerando modelo consagrado na literatura da área de saneamento, Metcalf & Eddy (2016). Para fins didáticos, primeiramente foi abordado o cálculo para produção de

sólidos (lodo), uma vez que este é o resíduo com maior quantidade removida nas ETEs. Na sequência, é apresentada a metodologia para a construção da estimativa de remoção de areia e sólidos grosseiros nos processos de tratamento de esgoto sanitário, empregando também o modelo trazido pelos autores supracitados.

1. Produção de sólidos

Autores como Metcalf & Eddy (2016) e Andreoli *et al.* (2001) estimam a produção de sólidos, considerando variáveis como: vazão, $DBO_5^{20°C}$, DQO, concentração de sólidos no reator e tempo de detenção hidráulica. Von Sperling (1996) relata estudos que correlacionam coeficientes de produção de sólidos com quantidade de DBO removida. Outros autores relatam, ainda, uma proporcionalidade entre a massa de lodo gerada, como sólidos voláteis suspensos, e a massa de DQO metabolizada (Van Haandel e Marais, 1999). Estes autores relatam um coeficiente de rendimento de 0,45 gSVS/gDQOmet para lodos aeróbios; para lodos anaeróbios, pode-se adotar um rendimento médio de 0,05gSVS/gDQOmet.

Neste estudo, foi utilizada a faixa de produção de lodo descrita na Tabela 1, trazida por Metcalf & Eddy (2016) que correlaciona produção em função da vazão tratada.

Tabela 1: Dados típicos de teores de lodo produzidos em diferentes processos de tratamento

Processo de tratamento	Sólidos secos kg/10^3m^3	
	Faixa	Típico
Lodo ativado	70-100	80
Aeração prolongada	80-120	100
Lagoa aerada	80-120	100
Desnitrificação, crescimento em suspensão	12-30	18

Fonte: adaptado de Metcalf & Eddy (2016)

Os valores de vazão, empregados neste trabalho, foram estimados usando a projeção populacional e a previsão de expansão das redes de esgoto sanitário para o período de 2018-2021, conforme descrito no PMSB (2015). Segundo Metcalf & Eddy (2016), pode-se estabelecer uma faixa de geração de lodo para os diversos processos de tratamento.

Utilizou-se a faixa de sólidos secos gerados em kg/10^3m^3 típica de lodos ativados, 80 kg/10^3m^3. Salienta-se que o valor reportado por Metcalf & Eddy (2016), 80 kg/10^3m^3, leva em consideração a realidade nos Estados Unidos, onde a contribuição *per capita* é de, aproximadamente, 84 g/habitante.dia para a $DBO_5^{20°C}$. Assim, para a realidade da cidade de Porto Alegre, o fator de geração de lodo foi adaptado, considerando uma contribuição *per capita* de 54 g/habitante.dia para a $DBO_5^{20°C}$, e a contribuição em volume de esgoto por l.hab -1dia por SES, conforme descrito no PMSB (2015). Para o caso da ETE Serraria foi acrescentado ao fator o valor de 18 kg/10^3m^3, relativo ao processo de desnitrificação que ocorre na planta de tratamento.

Foram verificados dados de concentração em $DBO_5^{20°C}$ afluente e de volume de esgoto tratado no

ano de 2016, para as ETEs Sarandi, Ruben Berta, São João/Navegantes e Serraria. Assim, buscou-se verificar, mediante uso da população estimada, os teores de contribuição *per capita* em g/habitante.dia para a $DBO_5^{20°C}$ efetivamente verificadas no período nas quatro ETEs aqui analisadas, as quais, conforme o PMSB (2015), serão responsáveis pelo tratamento do esgoto sanitário da maior parcela da população porto-alegrense.

Como comparativo também são apresentados os dados de estimativa de produção de sólidos para o período 2018-2021, usando um fator de geração que considerou a quantidade de caçambas de lodo removidas no ano de 2016, o qual está limitado ao valor do recurso disponibilizado no atual contrato de remoção de resíduos. Nesse sentido, foram comparadas as estimativas de produção de lodo, usando um fator "F" de geração, com base nos dados planejados no PMSB (2015); com base na DBO real afluente às ETEs; e estimativa de produção de sólidos partindo das quantidades de remoção praticadas em 2016. No cálculo de massa de lodo a ser removida, neste estudo, foi considerado que o teor máximo de perda de sólidos suspensos totais-SST no efluente será na faixa de 40 mg L^{-1}. Este valor está aquém do padrão de emissão trazido pela Resolução Consema nº 355/2017; de 50 mg L^{-1} em SST, mas foi usado para manter uma margem de 20% de segurança em relação ao padrão de emissão no período da estimativa. Esta carga de sólidos suspensos perdida no efluente deverá ser considerada para fins de quantidades a serem efetivamente removida ao longo do ano, devendo ser descontada do valor encontrado ao final da Equação 2. No presente estudo também foi considerado que o lodo a ser removido terá teor máximo 20% de sólidos totais em massa.

A massa de lodo gerada foi estimada com base nas seguintes equações:

Equação 1

$$Q = Pc \times Pop \times CR / 8{,}64.10^6$$

Onde:

Q = vazão afluente em $L.s^{-1}$

Pc = produção per capita de esgoto em $L.hab.dia^{-1}$

Pop = população estimada ligada à rede cloacal

CR = cobertura de rede em %

Equação 2

$$ML = Q \times (F/10^6) \times 8{,}64.10^4$$

Onde:

$ML_{(base\ seca)}$ = massa de lodo para produzida em $kg.dia^{-1}$

Q = vazão afluente em $l.s^{-1}$

F = fator de geração em kg lodo/$10^3 m^3$ de esgoto [F= (80 kg/$10^3 m^3$*54 g/hab.dia)/ 84 g/hab.dia)]

2. Remoção de areia e sólidos grosseiros

Metcalf & Eddy (2016) relatam ainda uma faixa de remoção para sólidos grosseiros no gradeamento e de areia no processo de desarenação. Conforme dados destes autores, a quantidade de areia removida no sistema varia em função de sua área, do tipo e condições do sistema coletor, do carreamento de material por ação pluvial e dos volumes de chuva no período. Essa variabilidade na quantidade a ser removida, torna-se um complicador, gerando desvios nos valores previstos.

Utilizou-se a razão entre o volume de areia e sólidos de gradeamento em m^3 retirado no ano de 2016 e o volume, em $10^3 m^3$, de esgoto tratado nas ETEs São João/Navegantes, Serraria e Sarandi. Nesse sentido, foram usados os dados de remoção efetiva desses tipos de resíduos nas ETEs Serraria, São João/Navegantes e Sarandi no ano de 2016 para verificar os valores praticados pelo Departamento, chegando-se também a um fator real, F, de geração no ano de 2016.

Equação 3

$$Ms = Q \times [F/10^6] \times 8{,}64.10^4$$

Onde:

Ms = massa de sólido para remoção em $m^3.dia^{-1}$

Q = vazão afluente em $L\ s^{-1}$

F = fator de remoção em m^3 areia ou grade/$10^3 m^3$ de esgoto

3. Cálculo do número de caçambas de lodo, areia e sólidos grosseiros a serem removidas em ETEs

Para estimar a produção de lodo nas ETEs Serraria, São João/Navegantes, Sarandi e Ruben Berta no período de 2018-2021, empregou-se a Equação 1, para cálculo da vazão afluente em $L.s^{-1}$, e a Equação 2 para se obter o valor em massa de lodo seco produzido em $kg.dia^{-1}$. No cálculo do número de caçambas de lodo a serem removidas, foi considerado que o teor de sólidos após a centrifugação chega, no máximo, a 20% em peso; e que cada caçamba será retirada com carga de 4.500 kg. O cálculo da quantidade de caçambas de areia ou de sólidos grosseiros de gradeamento a serem removidas foi realizado conforme indicado na Equação 3. Considerou-se que nas ETEs São João/Navegantes e Sarandi, cada caçamba removida, contendo areia ou resíduos de grade, apresenta um volume máximo de $2m^3$. Para a ETE Serraria, que opera com maiores volumes, cada caçamba de areia e de gradeamento será removida com um volume máximo de carga de $4{,}5m^3$.

Resultados e Discussão

Os resultados dos cálculos realizados, conforme previstos nas Equações 1, 2 e 3 são apresentados abaixo. Os dados de produção de sólidos (lodo) foram gerados para as ETEs Serraria, São João/Navegantes, Sarandi e Ruben Berta. Com base no teor de sólidos produzidos, foi também analisada a carga orgânica afluente e a população equivalente que aporta seus esgotos nas ETEs. Após, procede-se a análise de estimativa dos teores de areia e resíduos grosseiros de gradeamento a serem removidos no período 2018-2021 com base nas vazões previstas no PMSB (2015).

a. Produção de sólidos

No sistema Ponta da Cadeia, foi considerada a vazão oriunda da população do SES Ponta da Cadeia e Salso, os quais já estariam efetivamente ligados à ETE Serraria. No modelo de estimativa, a vazão média afluente à ETE Serraria para o ano de 2016 seria de aproximadamente 1.380 L/s. Os dados disponíveis na base de dados do sistema de gestão, indicaram uma vazão média entre janeiro e maio de 2017 na faixa de 1.390 L/s. Isto é um indicativo de que as vazões desenvolvidas no modelo aderem à realidade da ETE Serraria. Para as ETEs São João/Navegantes, Sarandi e Ruben Berta, as vazões encontradas com base no modelo também ficaram próximas aos valores reportados para o ano de 2016 na base de dados, com valores de 267 L/s, 121 L/s e 33 L/s.

A Figura 1 traz um gráfico comparativo da quantidade de lodo a ser removido no período em número de caçambas, considerando que cada caçamba seja removida com uma massa média de 4.500 quilos. O gráfico demonstra que, para as ETEs Serraria e São João/Navegantes, existe um *déficit* entre a quantidade de lodo oriundo da carga em DBO afluente e a quantidade de caçambas esperadas para remoção, acaso os dados de planejamento no PMSB (2015) estivessem concluídos para o período.

Para o ano de 2018, foram estimadas 2.918 caçambas a serem removidas na ETE Serraria, seguindo os dados de projeto no PMSB (2015). Levando em consideração o crescimento da carga orgânica afluente efetiva, este número se reduz a 1.897 caçambas no período, o que perfaz em torno de 8.536 toneladas de lodo misto, com teor máximo de 20% em sólidos; entretanto a realidade de remoção está abaixo do necessário. Considerando que, em 2016, foram retiradas 1.337 caçambas de lodo da ETE; para o ano 2018, a capacidade será de 1.455 caçambas, valor 23% abaixo do mínimo necessário, tendo em vista a carga afluente à ETE Serraria.

Na estação de tratamento de esgoto São João/Navegantes, deveriam ser removidas em 2018 442 caçambas, conforme dados de projeto do PMSB (2015); entretanto, estima-se, com base na carga afluente no período, a necessidade de remoção de sólidos em 405 caçambas. Este dado é um indicativo de que no sistema São João/Navegantes a população estimada efetivamente ligada à rede da estação está mais próxima aos dados de projeto do Plano Municipal de Saneamento (2015) para o período, comparativamente à ETE Serraria. Todavia, acaso se mantenha o cenário de remoção verificado em 2016, apenas 255 caçambas de lodo serão retiradas na ETE São João/Navegantes no ano de 2018; este dado reforça a necessidade de aumentar a retirada de lodo na ETE, pois o valor estimado de 255 caçambas, corresponde a apenas 63% da carga orgânica afluente.

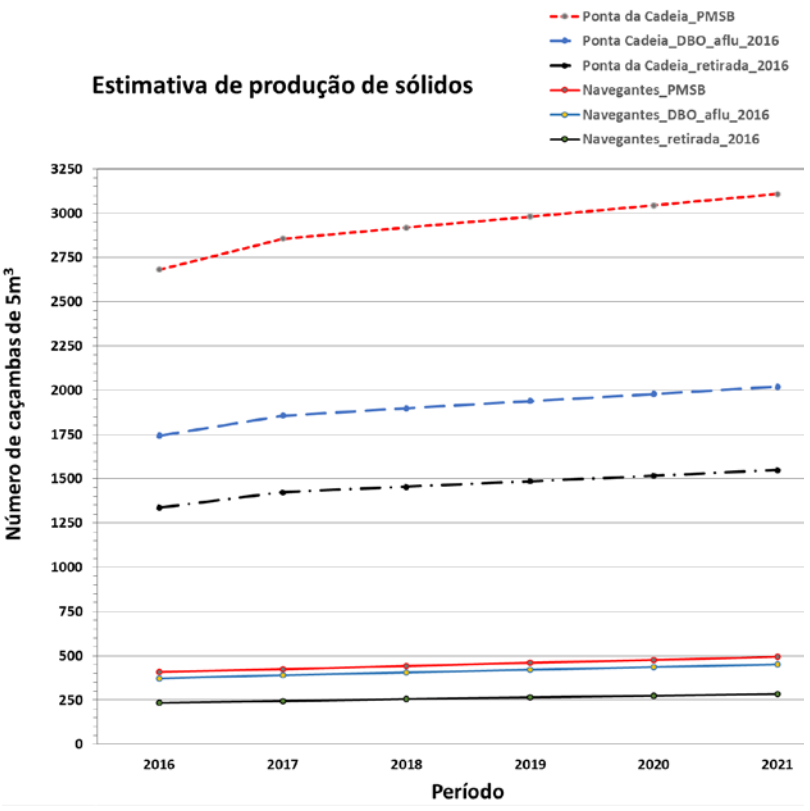


Figura 1: Estimativa de produção de sólidos no Sistema Ponta da Cadeia e São João/Navegantes.

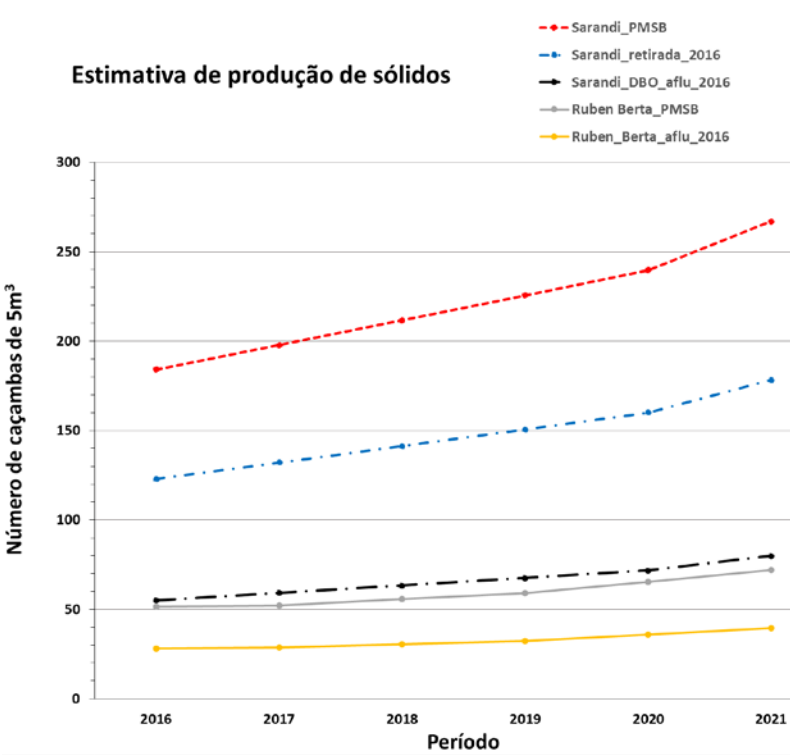


Figura 2: Estimativa de produção de sólidos no Sistema Sarandi e Ruben Berta.

Na Figura 2, pode-se observar também que a remoção estimada de lodo na ETE Ruben Berta com base na carga DBO afluente é inferior aos valores de projeto no PMSB (2015) para o mesmo ano. Cabe salientar que os dados de remoção de lodo praticados no ano de 2016 na ETE Ruben Berta não estavam disponíveis para este estudo.

Para o caso da ETE Sarandi, verifica-se que não há aporte de esgoto conforme projetado pelo PMSB (2015). Na Figura 2, a estimativa de remoção de lodo para a ETE Sarandi empregando as condições reportadas no PMSB (2015) está bem acima do verificado na realidade atual, vide linha Sarandi_DBO_aflu_2016. Salienta-se ainda que, para fins de ajuste do modelo, onde se reporta o teor de lodo gerado na ETE Sarandi pela carga DBO afluente, o fator de produção foi ajustado de forma a produzir minimamente uma caçamba de lodo por semana. Estes dados nos levam a inferir que a população ligada que efetivamente aporta seus efluentes à ETE Sarandi é inferior ao estimado no PMSB (2015) para o ano de 2016.

Outro aspecto relevante é o fato de a quantidade de lodo removido nessa estação, no ano de 2016, ser superior ao estimado com base na carga em DBO afluente. Assim, pode-se prever que existe contribuição significativa de origem pluvial que carreia material sólido para a ETE Sarandi, resultando em maiores quantidades de lodo a ser removido. Neste sentido, verifica-se a necessidade de aprofundamento no estudo de caracterização do lodo oriundo da estação; porém estas análises fogem do escopo do presente trabalho.

Foram ainda levantados os dados em DQO e DBO para o afluente à ETE Serraria e a ETE Sarandi no período de janeiro a maio de 2017. Os resultados foram os reportados abaixo:

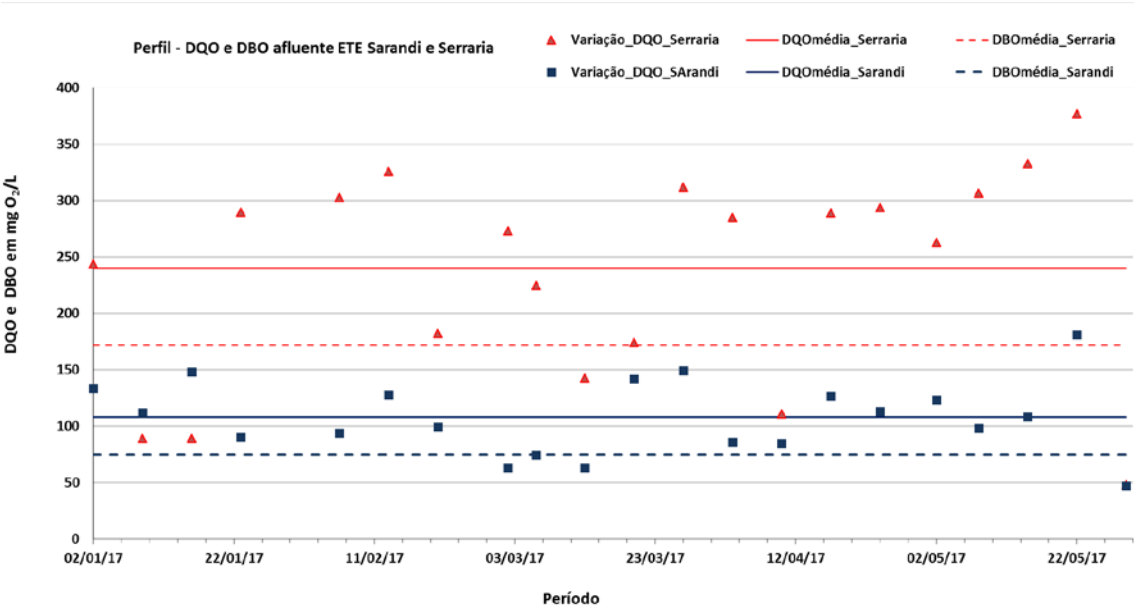


Figura 3: Variação da DQO e da DBO afluente em mg.O_2 l^{-1}, na ETE Sarandi e Serraria, com n=21.

Conforme verificado na Figura 3, a concentração afluente em DQO na ETE Sarandi esteve em média em 108 mg.O^2 L^{-1}, enquanto no mesmo período a ETE Serraria teve média de 240 mg.O_2 L^{-1}. Este cenário nos demonstra os baixos teores de matéria oxidável no afluente à ETE Sarandi. Para o parâmetro DBO; a concentração média para a ETE Serraria foi de 172 mg.O_2 L^{-1}, já na ETE Sarandi, 74,6 mg.O_2 L^{-1}.

Nesse sentido, é de se vislumbrar baixa carga de matéria carbonácea passível de geração de sólidos no processo de tratamento. Tendo em vista que a vazão afluente à ETE Serraria é superior em dez vezes ao valor da vazão da ETE Sarandi, era esperado que os efeitos de diluição fossem mais pronunciados nas análises da ETE Serraria, o que não se verifica com base nos dados de DQO destas estações.

Novas investigações necessitam ser executadas para buscar sanear a problemática de carga, especialmente na ETE Sarandi. A população equivalente que aportou em 2016 seus efluentes na ETE Sarandi é de 6.254 habitantes, contra aproximadamente 67.000 habitantes projetados no PMSB (2015). O equivalente populacional-EP na ETE Serraria é de 332.221 habitantes, na ETE Navegantes é de 90.980 habitantes e na ETE Ruben Berta é de 12.034 habitantes. Verifica-se em todos estes sistemas que a contribuição cloacal ainda é inferior ao projetado, tendo em vista a baixa carga de DBO afluente. Neste sentido, pode-se ressaltar a importância das ações do Dmae com foco na expansão de redes em seus principais SES, durante o horizonte de planejamento do PMSB (2015).

Dados de literatura em Andreoli *et al.* (2001) e PROSAB (1999) estimam a produção de sólidos em sistemas de tratamento de esgotos domésticos baseados em diversas variáveis: substrato de sólidos afluente e efluente, tempo de permanência de lodo, coeficiente de produção celular e decaimento bacteriano, carga em DQO afluente, eficiência de captura de sólidos ao longo do processo de tratamento, bem como eficiências típicas de remoção de carga orgânica nos diversos processos; entretanto, o presente trabalho busca estabelecer uma metodologia de cálculo simplificada tendo como premissa básica os valores de cobertura de rede, carga orgânica em DBO, bem como, o crescimento populacional no período. Foi realizado levantamento de dados de literatura que relatavam estimativa de produção de sólidos em alguns tipos de tratamento. A Figura 4 traz um comparativo dessas projeções, adotando a população estimada no ano de 2017.

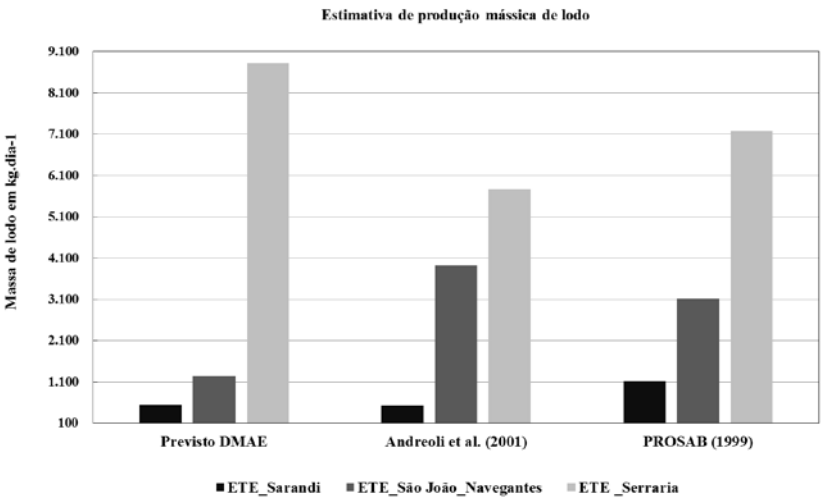


Figura 4: Estimativa de massa de lodo gerada trazida por alguns autores.

Verificam-se, na Figura 4, diferenças na produção mássica estimada neste estudo e dados anteriores abordando tratamentos semelhantes de esgoto. Na ETE Sarandi, pode-se verificar que o valor estimado no presente trabalho, 537 kg SS/dia em base seca está aquém do verificado no PROSAB (1999); porém, próximo ao valor de 525 kg SS/dia estimado por Andreoli *et al.* (2001). Os dados de PROSAB (1999) apresentam uma faixa de produção de sólidos em lodos ativados de aeração prolongada entre 0,70-1,20 m³/hab.ano; entretanto verifica-se no presente trabalho que, para a ETE Sarandi, o valor de contribuição *per capita* em carga orgânica está abaixo do preconizado no estudo retrocitado.

Para a estação São João/Navegantes, a produção mássica estimada por Andreoli *et al.* (2001) e PROSAB (1999) é superior à prevista neste modelo. Para sistemas de lodo ativado convencional, os valores de literatura citam a faixa entre 0,60 a 0,80 kg SS/kgDQOafluente admitindo que a contribuição *per capita* seja de 0,10 kgDQO/hab.dia. O valor médio verificado na bacia da ETE São João/Navegantes é inferior – 0,06 kgDQO/hab.dia, assim era esperada uma produção menor no modelo aqui proposto; entretanto é importante frisar que os próprios autores salientam o caráter generalista das faixas de produção, sendo necessárias adequações à realidade operacional. No caso do lodo tipo misto na ETE São João/Navegantes, pode-se inferir também que o fator de conversão de DQO em SS tende a ser inferior ao estimado na literatura. Neste sentido, um estudo detalhado da composição do lodo deve ser realizado como forma de refinar o modelo de estimativa.

Andreoli *et al.* (2001) relatam a produção de 0,18 kgSS/kgDQO afluente, para sistemas de tratamento anaeróbio-reatores anaeróbios de fluxo ascendente--RAFA. O balanço de massa usando este fator gera um teor total em base seca de 5.763 kgSS/dia para a ETE Serraria, já o modelo do PROSAB (1999) estima 7.176 kg lodo/dia, ambas as estimativas estão abaixo do previsto neste estudo de 8.820 kg lodo/dia. Este comportamento é explicado pelo fato de que os dados de literatura se reportam ao tratamento tipo RAFA de forma isolada, não prevendo, por exemplo, o lodo advindo do processo de lodos ativados tipo *Unitank* existente na planta da ETE Serraria, e que efetivamente eleva a quantidade de lodo a ser retirada.

b. Remoção de sólidos grosseiros e de areia

A estimativa de remoção de material oriundo dos processos de gradeamento e de desarenação para o período 2018-2021 foi plotada partindo dos dados de remoção do ano de 2016, vide Tabela 1.

Tabela 1: Valor para o fator, F, de remoção para sólidos de gradeamento e de areia

Estação	m³ areia/10³ m³ esgoto	m³ gradeamento/10³ m³ esgoto
Serraria	0,0186	0,0017
São João/Navegantes	0,0100	0,0015
Sarandi	0,0020	0,0018

A projeção dos quantitativos a serem removidos oriundos do gradeamento ou da desarenação foi realizada para as estações com maior remoção desse tipo de resíduo, listadas na Tabela 1. A figura 5 traz as quantidades estimadas em número de caçambas totalizadas as três ETEs.

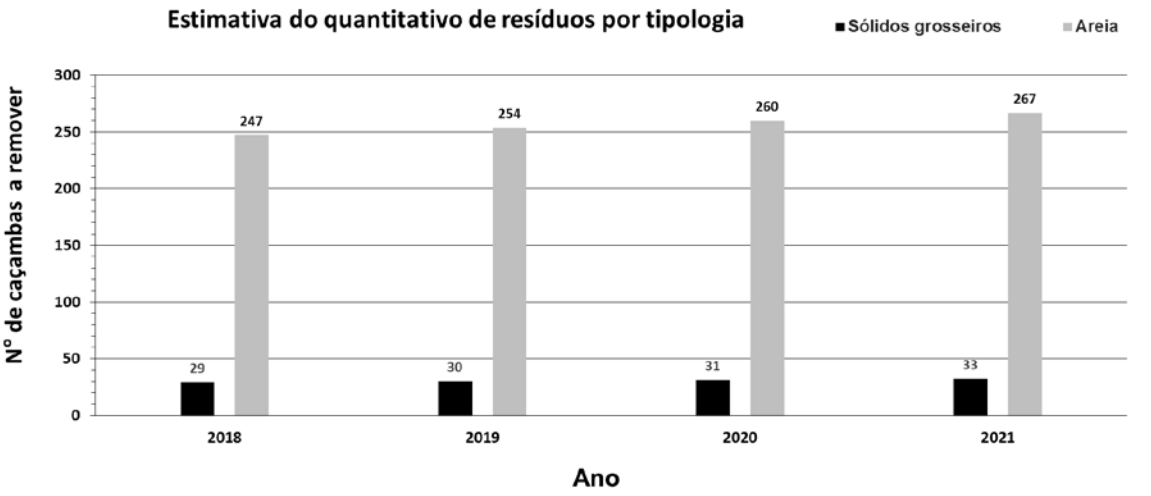


Figura 5: Quantidade estimada de caçambas a serem removidas no período 2018-2021.

Estimar a quantidade de resíduo de gradeamento ou de areia que serão removidos em um sistema de tratamento de esgoto é um desafio, haja vista o grande número de variáveis que atuam sobre este processo. Nesse sentido, o presente trabalho buscou em dados empíricos uma base de cálculo para construção de um modelo. Conforme dados da Tabela 1, a ETE Serraria apresenta a maior carga afluente de areia, com base nos teores removidos em 2016, com fator de 0,0186m^3areia/10^3m^3 de esgoto tratados, sendo praticamente o dobro do valor verificado na ETE São João/Navegantes de 0,0100m^3areia/10^3m^3. Este dado constitui ferramenta a ser considerada no planejamento das ações de manutenção nas redes e estações; especialmente na ETE Serraria, já que uma grande carga de areia aportando na estação contribui para o desgaste das tubulações e equipamentos, através de processos abrasivos, aumentando também o risco de obstrução nos tanques, tubulações, sifões e orifícios, Von Sperling (1996).

Para o ano de 2021, foi estimada a necessidade de remoção de aproximadamente 267 caçambas de areia proveniente dos processos de desarenação e 33 caçambas de resíduos de gradeamento, conforme Figura 5. No período de 2018-2021, espera-se um crescimento em torno de 7,5% na remoção de areia, e de 12% na remoção de material de gradeamento; entretanto, salienta-se que os dados de estimativa de resíduos em ETEs trazidos na literatura, basicamente trabalham com produção de lodo, sendo que, para areia e sólidos grosseiros, este modelo tende a apresentar maiores distorções.

No caso da quantidade de areia, conforme já preconiza Metcalf & Eddy (2016), o principal fator que imprime variação nas quantidades recolhidas é o volume de chuvas, pois as maiores vazões associadas a períodos chuvosos ressuspende o material que estava sedimentado na rede. Nesse sentido, deve-se esperar um aumento de valor dos fatores, F, listados na Tabela 1.

Conclusão

A comparação do presente trabalho com dados de literatura demonstrou que, para o sistema de lodos ativados da ETE São João/Navegantes, o modelo aqui proposto estima uma produção de sólidos que adere melhor à realidade do Dmae, comparativamente ao PROSAB (1999) e Andreoli et al. (2001). Para a ETE Serraria, os dados de literatura, sugeriram quantidades menores de produção de sólidos; porém, baseados exclusivamente nos teores oriundos dos reatores anaeróbios de fluxo ascendente-RAFA.

Para a ETE Serraria foi estimada a necessidade de remoção de 2.918 caçambas de lodo no ano de 2018; entretanto, com base nos dados de carga afluente efetiva em 2017, este número deve chegar a 1.897 caçambas, considerando que a eficiência de remoção em matéria orgânica seja suficiente para um efluente com 40 mg^{-1} em sólidos suspensos. Neste diapasão, espera-se a remoção de 8.536 toneladas de lodo a 20% de sólidos em 2018 somente na ETE Serraria. Frente a este quantitativo e às legislações ambientais, é estratégico que o Departamento estude novas alternativas de aproveitamento, reúso e disposição ambientalmente adequada deste material, especialmente aquelas contidas no Plano de Gestão de Resíduos do Dmae - PGRS (2017).

Na ETE São João/Navegantes, a população estimada que contribui com carga afluente está próxima ao preconizado no PMSB (2015); este dado reforça a necessidade de manter uma rotina constante de retirada de lodo excedente, de forma a não liberar sólidos no efluente acima do padrão de emissão.

Neste sentido, o contrato de remoção de resíduos de processos de ETEs deve passar por constante análise de valores, uma vez que, o subdimensionamento de recurso pode prejudicar a eficiência do tratamento. Em 2016 foram removidas 255 caçambas de lodo, isto correspondeu a 63% da carga orgânica afluente. Este dado reforça também a necessidade do PMSB (2015), em sua próxima revisão, abordar aspectos quantitativos de resíduos de processos das ETEs.

Com relação à ETE Sarandi, os dados de 2016 mostraram a geração de uma quantidade de lodo superior àquela esperada para a população efetivamente ligada conforme dados de DBO afluente em 2017. Neste sentido, indica-se a realização de estudos de caracterização do lodo da ETE Sarandi, como forma de verificar a origem do material que está sendo carreado com o lodo desta estação.

A população equivalente afluente na ETE Sarandi, no ano de 2016, foi de 6.254 habitantes, comparativamente aos 67.000 habitantes projetados para o período no PMSB (2015). Assim a expansão das redes de coleta ainda é ponto crítico para o SES Sarandi para aumento da carga que aporta à ETE. O Dmae, conforme dados oficiais, investiu nos últimos anos R$ 13.804.917,00 no SES Sarandi, com a expansão de 20.068,23 m de redes de coleta de esgoto sanitário. No período de 2016-2018 foi executada a ligação de 546 ramais de esgoto cloacal no Bairro Sarandi, interligação de redes cloacais, entroncamento de rede cloacal, bem como o constante serviço de manutenção, perfazendo um total de 7.932 manutenções. Atualmente, o Dmae tem projetos concluídos para ações nesta bacia, com previsão de investimento na casa dos R$ 213.280.000,00 no horizonte de planejamento do PMSB até o ano de 2030.

O modelo de previsão aqui proposto tende a apresentar maiores distorções para os valores de areia e gradeamento, pelo fato destes quantitativos serem diretamente afetados por fatores sazonais, tais como regime de chuvas. Neste sentido, um novo estudo abordando a análise estatística dos dados de remoção de areia na ETE Serraria, São João/Navegantes e Sarandi está sendo produzido para determinar a quantidade de areia no esgoto afluente nestas ETEs no período de 2015 a 2018.

Referências Bibliográficas

ANDREOLI, C.V.; FERREIRA, A.C.; BONNET, B.R.P. LARA, A.I.; PEGORINI, E.S. Produção real e estimativas teóricas de lodo de esgoto no Estado do Paraná. In: **I Seminário sobre Gerenciamento de Biossólidos do Mercosul**, Curitiba, dez 1-4, 1998.

METCALF, Eddy. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5ª. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2016. 1981 p.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico. Disponível em:<: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/default.php?p_secao=352>. Acesso em: 10 abril 2017.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Departamento Municipal de Água e Esgotos-Dmae. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos-PGRS**. Porto Alegre. 2016.

PROSAB. Programa de Pesquisa em saneamento básico. Disponível em: http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de programa/prosab/produtos . Acesso em: dezembro, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual no 12.037**, de 19 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e dá outras providências.

VAN HAANDEL, A.C.; MARAIS, G.V.R. **O comportamento do sistema de lodo ativad**o. Campina Grande: Epgraf, 1999.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, 1996. V2, 211 p.

VON SPERLING, Marcos; ANDREOLI, Cleverson V.; FERNANDES, Fernando. **Lodo de esgoto**s: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, 2001. 484 p.

Potencial energético e agrícola de lodo de Estações de Tratamento de Esgotos - ETEs: estudo de caso do lodo da ETE Serraria, Dmae, Porto Alegre, RS

Luciana Monteiro Moura[1]
Márcia Regina Thewes[2]
Bianca Dutra Rinker[3]
Júlio Manoel Gomes[4]

Resumo

No processo de tratamento de esgotos é gerado um subproduto denominado lodo de esgotos. Com o aumento do volume de esgotos tratados, a quantidade de lodo produzido torna-se elevada. Muitas empresas de saneamento destinam esse subproduto a aterros sanitários, o que ocasiona gastos consideráveis com o transporte. Com intuito de dispor adequadamente e com custos satisfatórios, o lodo pode ser utilizado em áreas agrícolas, desde que seja higienizado (através de compostagem), pois contém contaminação biológica e química (agentes patogênicos e metais, respectivamente). Além disso, de acordo com o potencial energético, também pode ser utilizado como combustível ou provedor de energia para a própria estação de tratamento. Para aproveitamento na agricultura, fez-se uma composteira com o lodo estabilizado da ETE Serraria do Dmae e posterior avaliação química e biológica visando a sua classificação para uso na agricultura. Foi analisado o poder energético do lodo estabilizado, verificando a sua viabilidade como fonte de energia, para uso na própria estação onde é produzido.

Palavras-chave: lodo de esgoto, compostagem, potencial energético, sustentabilidade.

1 Química Industrial pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Coordenadora de Análises Químicas da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgotos do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

2 Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Especialista em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Servidora aposentada da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgotos do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

3 Química Industrial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Líder da Equipe de Microbiologia Ambiental da Coordenação de Análises Biológicas da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgotos do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

4 Engenheiro Químico pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Líder da Equipe de Análises Instrumentais em Absorção Atômica da Coordenação de Análises Químicas da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgotos do Dmae de Porto Alegre, RS, Brasil.

Introdução

As empresas de saneamento assumem, perante a sociedade, a grande responsabilidade de cumprirem com eficiência a prestação de serviços e, ao mesmo tempo, serem financeira e ambientalmente sustentáveis. Leis ambientais, como a Lei do Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007) e a Política Nacional de Saneamento Básico, dão as diretrizes para a gestão municipal do saneamento básico, compreendida pelo planejamento, prestação de serviços, regulação, fiscalização, participação e controle social (PMSB, 2015).

Em Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, um dos órgãos da gestão municipal responsável pelo saneamento básico é o Departamento Municipal de Água e Esgotos (Dmae), o qual responde pela captação de água bruta, tratamento e distribuição de água potável para os seus cidadãos, e também é responsável pelo recolhimento e tratamento do esgoto sanitário.

Do tratamento do esgoto sanitário são gerados resíduos, cujo destaque é o lodo formado nesse tratamento. O termo "lodo" tem sido utilizado para designar os subprodutos sólidos do tratamento de esgotos (Von Sperling, 2005). O volume de lodo produzido nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) tornou-se um grande problema para as empresas de saneamento, uma vez que há legislações rigorosas para o transporte (NBR 13221/2003) e para o uso na agricultura (CONAMA 375/2006), por conter agentes patogênicos e químicos. A maior parte do lodo gerado no Brasil ainda é destinada aos aterros sanitários, os quais, além de perpetuar a geração de poluentes, representam elevados custos operacionais (Paggiani *et al.*, 2006).

Muitas empresas optam em transportar o lodo para aterro sanitário, o que, dependendo da localização, torna-se um valor pecuniário elevado, muitas vezes sendo o maior gasto de uma estação ou o segundo, ficando atrás dos gastos como energia elétrica. Também pode ser usado na agricultura, através da reciclagem agrícola (Von Sperling, 2005), pois possui potencial como fertilizante, já que pode conter os principais nutrientes para adubar o solo. Outra solução seria utilizar as cinzas para fabricação de cimento e cerâmica (Godoy, 2013).

O uso de resíduos de esgotos como fonte de matéria orgânica no solo é uma prática cada vez mais comum, principalmente em áreas próximas a centros urbanos. A utilização criteriosa de lodo como fonte de Nitrogênio na agricultura, além do baixo custo como fomento à produção, é extremamente relevante do ponto de vista econômico e ambiental, pois representa uma possibilidade de solução para o problema de disposição final do biossólido no ambiente (Andreoli *et al.*, 2001).

Os organismos existentes no esgoto se concentram no lodo durante o processo de sedimentação, pois grande parte dos agentes patogênicos coprecipita junto às partículas orgânicas. Dentre os microrganismos do lodo são encontrados vírus, fungos, bactérias e parasitos (protozoários e helmintos), muitos deles patogênicos, representando risco à saúde humana e animal (Andreoli *et al.*, 2001).

O princípio higienizador da compostagem é a eliminação ou redução dos microrganismos patogênicos pela elevação da temperatura obtida com o processo de biodegradação da matéria orgânica (Andreoli *et al.*, 2001).

Estima-se para a ETE Serraria uma produção média de lodo de 96 m³/dia (PMSB, 2015). Segundo levantamento realizado pela Equipe de Gestão de Resíduos da Coordenação de Gestão Ambiental (C-GEAMB) da Gerência de Gestão Ambiental e Tratamento de Esgoto - GATE do Dmae, no período de janeiro a dezembro de 2016, a ETE Serraria produziu 5.268 toneladas de lodo, já na forma estabilizada. Após ser recolhido em caçambas estacionárias apropriadas para transporte, o lodo é encaminhado para Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU) e posteriormente enviado para o aterro sanitário Minas do Leão/RS. A disposição

final, que inclui coleta, transporte e destinação desse resíduo, gerou um custo em torno de R$ 797.000,00 no ano de 2016.

O lodo removido dos reatores do tipo UASB é considerado estabilizado e pode ser encaminhado diretamente para desaguamento (NBR 12209/2011). Também chamado de biossólido, o lodo estabilizado é o lodo cuja biodegradação foi realizada por processos aeróbios ou anaeróbios de forma a não apresentar potencial de geração de odor (CONAMA, 2004).

Os altos custos de destinação do lodo desafiam as companhias de saneamento municipal. Gastos com transporte do lodo têm sido um desafio para o Departamento. Ao mesmo tempo, estudos mostram quão valiosa é a matéria lodo para fins agrícolas, pois se trata de resíduo rico em matéria orgânica (Pires, 2017) e com possível conteúdo energético (Rosa *et al.*, 2014).

O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial energético e a caracterização química e biológica do lodo oriundo do tratamento de esgotos da ETE Serraria, e propor alternativas de destinação adequadas para o Departamento, com sustentabilidade ambiental e econômica.

Metodologia

O município de Porto Alegre dispõe de 10 estações de tratamento de esgotos, sendo a ETE Serraria a maior delas. Situada na Estrada da Serraria, 2.893, Região Sul do município, com área de 5,3 hectares, a ETE Serraria tem oito (8) módulos, que operam em paralelo. Cada um deles apresenta capacidade máxima para tratar 500 l/s. O alcance populacional do projeto da ETE Serraria é de 1.080.000 habitantes (PMSB, 2015). A figura 01 mostra uma vista superior da Estação de Tratamento de Esgotos Serraria.

Figura 01: Vista Superior da Estação de Tratamento de Esgotos Serraria (Fonte, PDE, 2013).

O processo de tratamento inclui unidades de tratamento preliminar por gradeamento e desarenação, tratamento primário em reatores UASB (reatores anaeróbios de fluxo ascendente) seguidos pelo processo denominado Unitank, que permite o tratamento cíclico das etapas de aeração e sedimentação. A fase sólida do processo Unitank é recirculada para o UASB para sofrer adensamento. A expectativa de redução desse volume da fase sólida é de 60%. Esta fase sólida então é conduzida para a unidade de desidratação, desaguando nas centrífugas. O lodo desidratado é recolhido em caçambas de acordo com a Instrução de Trabalho, Plano de Qualidade da ETE Serraria – operacional (IT 451), para posterior transporte à Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU) (PMSB, 2015). Podemos observar na figura 02A, foto das centrífugas nas quais o lodo é desaguado e 02B, foto das caçambas para recebimento do lodo desaguado.

Figura 02A: Centrifugas no qual o lodo é desaguado e **02B**: Caçambas com o recebimento.

No Parecer Técnico nº 02/2017 da GATE, de janeiro a dezembro de 2016, a ETE Serraria tratou 39.830.157 m³ de esgoto doméstico, o que correspondeu a um percentual de 62,55 do volume total do esgoto tratado no município de Porto Alegre. Essa mesma estação removeu 5.508 toneladas de DBO, correspondendo a 70,82% da remoção total de carga orgânica observada em 2016. A população equivalente contribuinte para essa ETE foi de 332.255 habitantes nesse período.

Para a realização do estudo do lodo da ETE Serraria construiu-se uma composteira nos fundos de uma garagem na GATE. A composteira ficou delimitada por uma área de vegetação, local escolhido por causar menor impacto ao ambiente. A área construída foi de 6m² (4m x 1,5m). A figura 03A apresenta a formação da composteira, primeira camada, folhas da varrição GATE. Na 03B, a segunda e terceira camadas com serragem e lodo da ETE Serraria e na 03C, a composteira concluída.

Para o preparo da compostagem inseriu-se lodo da ETE Serraria, folhas recolhidas da varrição da GATE e serragem, gerando um volume de 4,2m³ (4m x 1,5m x 0,70m) em uma área de 6m³ (4m x 1,5m). A quantidade do material adicionado na composteira foi calculada pelo número de carrinhos de mão inseridos com o material recolhido. A medida do carinho de mão é de (0,75m x 0,65cm x 0,26m) totalizando um volume de 0,13m³. A quantidade de carrinhos de mão com folhas e varrição foi de 85 (11,05m³), 10 carrinhos de lodo (1,3m³) e 23 carrinhos de serragem (2,99m³).

O início da composteira foi em julho de 2016, com a inserção dos materiais. A primeira camada foi formada por três carrinhos de folhas de varrição, na segunda camada, foram inseridos 17 carrinhos de serragem e na última camada um carrinho de lodo desidratado. Diariamente foram adicionadas folhas de varrição do pátio da GATE e, semanalmente, o lodo, até 15 de setembro de 2016.

O período da compostagem foi de julho de 2016 a abril de 2017. Após a primeira remessa de adição da serragem (17 carrinhos) foram incluídos mais três

Figuras 03: Formação da composteira. **03A:** Primeira camada, folhas da varrição GATE; **03B:** Segunda e terceira camada, serragem e Lodo da ETE Serraria; **03C:** Composteira concluída.

carrinhos desse material quinzenalmente, no mês de setembro, com o objetivo de obtermos melhor resultado da dessecação do lodo.

O término de inserção de materiais na composteira ocorreu em 15 de setembro de 2016, e as análises foram finalizadas em abril de 2017, período este importante para avaliar a decomposição do lodo, com a consequente formação do composto com nutrientes para uso agrícola. Para melhor aeração do lodo foram feitos quatro revolvimentos de compostagem, com uso de um garfo tipo rastel, com quatro dentes. Este procedimento foi realizado bimestralmente.

Segundo Fernandes *et al.*, (2001) o processo de compostagem pode ser simplificadamente representado pelo esquema mostrado na figura 04. À medida que o processo de compostagem se inicia, há proliferação de complexas populações de diversos grupos de microrganismos (bactérias, fungos, actinomicetos), que vão se sucedendo de acordo com as características do meio.

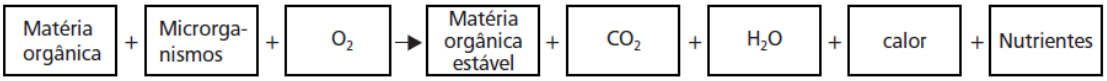


Figura 04: Esquema simplificado do processo de compostagem (Fernandes *et al*, 2001)

Para a análise da compostagem, coletaram-se porções aleatórias dentro da composteira. Essas porções foram colocadas em recipiente de polipropileno para efetivar a mistura e, após, foram distribuídas nos laboratórios da GATE.

As análises microbiológicas foram realizadas a cada adição do lodo e também na retirada do material decomposto após quatro meses e após sete meses de decomposição. No mês de janeiro de 2017 foi realizado revolvimento, verificação da temperatura e umidade nas profundidades e coleta para análises químicas e microbiológicas, como mostradas na tabela 01, onde estão apresentados os dados de profundidade, temperatura e umidade do material da composteira. O equipamento utilizado foi um termohigrômetro.

Tabela 01: Dados de profundidade, temperatura e umidade do material na composteira.

Profundidade	Temperatura	Umidade
0,40m	29,9°C	48%
0,50m	29,9°C	48%
0,60m	31,5°C	51%

As análises do lodo estabilizado da ETE Serraria e o produto final da compostagem foram realizados nos laboratórios da GATE. Para a caracterização do lodo, os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados foram: umidade, nitrogênio total de Kjeldahl, pH; 26 metais (Cu, Pb, Zn, Ba, Cr, Cd, Mo, Ni, Hg, As, Se, Ca, Mg, Al, P, Fe, Mn, B, Sb, Na, Li, V, Co, Ag, U e Be); as análises microbiológicas *Escherichia coli* e colifagos (todas essas análises são reconhecidas pela Norma ISO/IEC 17025:2005, pela Rede Metrológica/RS), ovos de helmintos e *salmonella*. A caracterização do potencial calorífico, Carbono (C) e Nitrogênio (N) foram realizados no Laboratório de Processamento Mineral da UFRGS (Laprom). As análises foram realizadas de acordo com as instruções de trabalho dos laboratórios. O procedimento para determinação de metais foi por espectrometria de emissão atômica com ICP - OES e referência USEPA 6010D. Desconsiderando o urânio, os metais são reconhecidos pela Norma ISO/IEC 17025:2005. Para determinação do poder calorífico foi utilizada a bomba manual calorimétrica IKA C-200. Devido à excessiva umidade do lodo estabilizado (em torno de 80%), esse material foi seco a 60º durante 24 horas antes de ser analisado, pois na metodologia empregada do uso da bomba calorimétrica não obtinha a ignição para o *start* da análise.

Resultados e Discussão

Na amostragem do lodo bruto, os resultados para estanho não foram detectados (ND), o limite de quantificação para esses metais é 0,001 mg/g. Na tabela 02, estão apresentados os resultados dos metais do lodo estabilizado, composto e indicação da unidade e concentração máxima permitida (CONAMA 375/2006) para o lodo bruto e o produto formado na compostagem, requisitos mínimos de qualidade do lodo de esgoto ou produto derivado destinado à agricultura.

Tabela 02: Resultados obtidos dos metais e requisitos máximos do CONAMA 375/2006.

Parâmetro	Unidade	Lodo Estabilizado	Composto	*CONAMA 375/2006
Cobre	mgCu/g	0,346	0,108	1500
Chumbo	mgPb/g	0,059	0,026	300
Zinco	mgZn/g	0,709	0,283	2800
Bário	mgBa/g	0,510	0,21	1300
Cromo	mgCr/g	0,035	0,019	1000
Cadmio	mgCd/g	0,003	0,001	39
Molibdênio	mgMo/g	0,010	ND	50
Níquel	mgNi/g	0,020	0,008	420
Mercúrio	mgHg/g	0,001	ND	17
Arsênio	mgAs/g	0,001	ND	41
Selênio	mgSe/g	ND	ND	100
*Concentração máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/Kg), base seca.				

De acordo com o CONAMA 375/2006, os valores, tanto para o lodo estabilizado quanto para o composto formado, a concentração dos metais é bem menor do que o requisito máximo estabelecido por essa norma para emprego na agricultura. Na tabela 03, estão apresentados os resultados do parâmetro metais do lodo estabilizado e composto.

Tabela 03: Resultados do parâmetro metais do lodo estabilizado e do composto.

Parâmetro	Unidade	Lodo Estabilizado 28/06/2017	Composto 03/01/2017
Cálcio	mgCa/g	10,151	12,076
Magnésio	mgMg/g	3,450	2,200
Alumínio	mgAl/g	16,000	2,240
Fósforo	mgP/g	10,230	3,801
Ferro	mgFe/g	20,568	11,707
Manganês	mgMn/g	0,269	0,205
Boro	mgB/g	0,040	ND
Antimônio	mgSb/g	0,002	ND
Sódio	mgNa/g	0,609	0,128
Lítio	mgLi/g	0,008	0,004
Vanádio	mgV/g	0,030	0,020
Cobalto	mgCo/g	0,006	0,003
Prata	mgAg/g	0,015	0,002
Urânio	mgU/g	0,130	ND
Belírio	mgBe/g	0,001	ND

Com base nos resultados analíticos observa-se uma redução da quantitativa dos metais na compostagem, isso pode ter acontecido pela necessidade que os microrganismos têm dos mesmos micronutrientes requeridos pelas plantas: Cu, Ni, Mo, Fe, Mg, Zn e Na são utilizados nas reações enzimáticas, porém os detalhes desse processo são pouco conhecidos (Fernandes *et al.*, 2001). Em relação ao cálcio, ao compararmos o valor no lodo estabilizado com o produto formado pela compostagem observa-se aumento no resultado. Podem ter sido incorporados na composteira materiais que contribuíram para esse pequeno aumento. Na tabela 04, estão apresentados os parâmetros físico-químicos analisados do lodo estabilizado e composto.

Tabela 04: Resultado dos parâmetros físico-químicos do lodo estabilizado e do composto.

Parâmetro	Unidade	Metodologia	Lodo Estabilizado 28/06/2016	Composto 03/01/2017
pH	---	Eletrométrica	8,4	5,8
Umidade	%	Gravimétrica	80	62
NTK	mgN/g	Colorimétrica	1,32	0,72

Observa-se uma diminuição nos valores do pH, umidade e nitrogênio total de Kjeldahl (NTK) no composto em relação ao lodo estabilizado. A mistura com outros materiais (folhas e serragem) e o período de descanso podem ter contribuído para essa redução.

A composição elementar de C e N, segundo dados do Laprom, resultaram, para o lodo estabilizado, os valores de Carbono (C= 31,41%) e Nitrogênio (N=5,22%). Com esses valores, a relação C/N é igual a seis.

Segundo Fernandes *et al.* (2001), os microrganismos necessitam de Carbono como fonte de energia e de Nitrogênio para a síntese de proteínas. É por esta razão que a relação C/N é considerada o fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos. Teoricamente, a relação C/N inicial ótima do substrato deve se situar em torno de 30. Tanto a falta de Nitrogênio quanto a falta de Carbono limitam a atividade microbiológica. Se a relação C/N for muito baixa, pode ocorrer grande perda de Nitrogênio pela volatilização da Amônia. A relação C/N do lodo estabilizado da ETE Serraria é 6. O lodo é um resíduo rico em Nitrogênio, apresentando relação C/N entre 5 e 11. Ele necessita, portanto, de um resíduo complementar rico em Carbono e pobre em Nitrogênio para que a mistura, criteriosamente determinada, apresente relação C/N em torno de 20 ou 30 (Fernandes *et al*, 2001).

O ensaio para determinação do poder calorífico foi realizado em duplicata, resultando: 10844 J/g e 10635 J/g. A média dos valores, 10740 J/g, foi convertida em kWh, resultando $3x10^{-3}$kWh/g (3kWh/kg). Um lodo muito estabilizado, que perdeu muito de sua fração orgânica, também perdeu muito de seu potencial calorífico (Fernandes *et al.*, 2001), o uso do lodo estabilizado para fins energéticos não é eficiente, uma vez que a parcela do biogás oriundo do tratamento não se encontra em grandes proporções.

Em 2016, a ETE Serraria produziu no seu processo de tratamento de esgotos 5.268 toneladas do lodo estabilizado. Com o resultado do poder calorífico, estima-se uma produção de energia de $3x10^{3}$ kWh/

ton. O poder calorífico da fração sólida volátil do lodo de esgoto pode chegar a 3,3 kWh/kg, semelhante ao da lenha, possibilitando uso como combustível (Pegorini *et al.*, 2006). Uma lâmpada de 60 W acessa por 12h diárias durante 30 dias consome 21,6kWh de energia. Teoricamente, sem levar em consideração a energia requerida para secar o lodo após o deságue em centrífugas, que ainda possui excessiva umidade (em torno 80%), a estação poderia acender 139 lâmpadas por tonelada de lodo produzido. Segundo Rosa et al, a fim de viabilizar o seu potencial combustível, propõe-se sua secagem até a umidade de 10%. Porém, como não foi realizado estudo para cálculo de energia para levar o lodo a uma umidade final de até 10%, estima-se que para fins energéticos o lodo da ETE Serraria seja inviável.

Na tabela 05, seguem os resultados das análises microbiológicas do lodo estabilizado e composto.

Tabela 05: Resultados das análises microbiológicas do lodo estabilizado e composto.

		Lodo Estabilizado					Composto		
	Coleta ▸	28/6/16	14/7/16	5/8/16	19/8/16	1/9/16	3/1/17	11/4/17	
	Unidade ▾	Resultados ▾							Metodologia ▾
E.coli	NMP/g bs	850.000	2.800	7.000	680	3.900	450	94.000	SE
Salmonella	P/A						Negativo	Negativo	C
Colifagos	UFP/100mL						< 5	< 5	CDC
TrichurisTrichiura	ovos/g bs	-	19,6		1,7			0,5	SCF
Toxocara sp.	ovos/g bs	_	12,8					2,1	SCF
Hymenolepis sp.	ovos/g bs		4,3		3,4				SCF
Ascaris lumbricoides	ovos/g bs		121,4		44,4		101,1	3,9	SCF
Enterobius vermicularis	ovos/g bs		2,2					0,6	SCF
Taenia sp.	ovos/g bs				3,4				SCF
Ancilostomídeos	ovos/g bs							0,5	SCF
Total de Helmintos	ovos/g bs	-	160,3		52,9		101,1	7,6	SCF

SE: substrato enzimático; C: concentração por filtração; P/A: presença/ausência; SCF: sedimentação e centrífugo-flutuação; CDC: cultura de dupla camada; UFP: unidade formadora de placa; NMP: número mais provável. < 5 significa o não desenvolvimento de colifagos.

De acordo com os resultados microbiológicos, houve diminuição da contagem do total de helmintos, assim como a *salmonella* resultou ausente. A higienização do lodo na composteira não foi eficiente em relação a *E.coli*, podendo relacionar esse fator pelo local onde estava o produto a ser decomposto, o qual ficava na sombra, com pouca incidência solar e a temperatura não ultrapassou 31°C. Para haver higienização do lodo, uma alternativa é a compostagem, segundo Andreoli et al, para os processos aerados (reator biológico ou leiras estáticas aeradas), a temperatura deve ser superior ou igual a 55°C durante pelo menos três dias. Para a compostagem em leiras revolvidas, a temperatura deve ser igual ou superior a 55°C durante 15 dias, sendo que neste período deve haver no mínimo cinco revolvimentos. A inativação dos microrganismos patogênicos ocorre principalmente através da via térmica, ocasionada pelo aumento da temperatura na fase de maior atividade do processo (Von Sperling, 2005).

A classificação do composto, considerando a última amostragem realizada (CONAMA 375/2006) para *Salmonella*, o produto derivado (composto formado) é considerado Classe A. Já para os ovos viáveis de helmintos seria classificado como B. Em relação aos coliformes termotolerantes (Thewes, 2005), multiplica-se pelo fator 0,8 o resultado de *E.Coli* para obtenção da concentração, o que resultou em $7{,}5x10^4$ NMP/g, correspondendo a composto Classe B. Pela concentração de patógenos, a utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação, respeitadas as restrições previstas no art. 15 e no inciso XI, do art. 18 desta Resolução (Conama 375/2006).

A figura 04 mostra a planta conhecida como Falsa Érica Rosa (*Cuphea hyssopifolia)*: no balde 04 A plantada com o composto formado com o lodo da ETE e no 04B com composto comum (sem o lodo estabilizado).

Observa-se o melhor crescimento da planta com o composto formado em relação ao plantado com composteira comum.

Figura 04: Falsa Érica Rosa plantada com o composto obtido do lodo estabilizado e sem lodo estabilizado.

Conclusão

A produção de lodo oriundo do tratamento de esgotos é crescente e isso corresponde a medidas a serem adotadas pelas companhias de saneamento, tanto no aspecto ambiental como no aspecto financeiro.

Uma das possibilidades de destinação final para o lodo estabilizado é o uso na agricultura, pois tem níveis consideráveis de nutrientes. Dependendo da caracterização química e biológica, pode ser utilizado apenas em área de reflorestamento por conter agentes patogênicos. Esses constituem um importante elemento de limitação ao uso do lodo na agricultura, porém é fator facilmente controlado por meio da adoção de soluções técnicas de higienização que levem à eliminação do patógeno (Andreoli *et al*, 2001), o que comprovamos através da diminuição dos agentes patogênicos do lodo estabilizado da ETE Serraria após passar pelo processo de decomposição na composteira.

Passados dois meses do início da inclusão de materiais na composteira, observou-se presença de minhocas e pássaros na superfície, em busca por alimentos e confirmando ausência de mau odor.

Ainda pela presença de alguns agentes patogênicos, o uso desse composto formado não é viável em plantações de hortaliças, por exemplo. Já o lodo estabilizado poderia ser utilizado para reflorestamento, uma vez que possui nutrientes, e a concentração de metais não causaria danos ao ambiente.

Creditamos ao local escolhido para a composteira e ao pouco revolvimento os fatores determinantes de não ter ocorrido eliminação dos agentes patogênicos. A pouca exposição solar pode explicar a temperatura que chegou à casa dos 30ºC, não sendo suficiente para eliminar esses microrganismos patogênicos.

Para fins energéticos, devido à excessiva umidade, a utilização do lodo fica inviabilizada. Segundo Von Sperling, 2005, o poder calorífico do lodo aumenta através da redução da umidade.

Referências Bibliográficas

ANDREOLI, C. V.; SPERLING, M.; FERNANDES, F. 2001. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Volume 6. Belo Horizonte, Editora FCO, 484p.

ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; CHERUBINI, C.; TELES C. R.; CARNEIRO, C.; FERNANDES, F. 2001. Higienização do Lodo de Esgoto. Prosab 2 – **Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Curitiba, ABES RJ, p. 87, 88, 90 e 93.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, ABNT, 2011, 53p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13221: Transporte Terrestre de Resíduos. Rio de Janeiro, ABNT, 2003, 4p.

BRASIL. Lei Federal do Saneamento Básico. Lei Federal nº 11.445/2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Procedência: 2ª Reunião do GT Lodo de Esgoto. Data: 17 e 18 de fevereiro de 2004. Processo nº 02000.002533/2003-11. Assunto: Regulamentação do uso agrícola de lodo de esgoto. Proposta de Resolução – Versão 1 – Limpa.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 375, de 29/08/2006 – Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências – Publicadas no D.O.U. nº 167, de 30/08/2006.

COLARES, E. R. C. Parecer Técnico GATE nº 02/2017 – ETEs Dmae – **Avaliação de Resultados – 2016** – Janeiro de 2017. Gerência Ambiental e Tratamento de Esgoto (GATE) do Dmae, 5p.

FERNANDES, F.; SOUZA, S. G. 2001. Estabilização de Lodo de Esgoto. Prosab 2 **– Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Curitiba, ABES RJ, p. 38.

GODOY, L. C. 2013. **A Logística na Destinação do Lodo de Esgoto**. Revista Científica On-line Tecnologia – Gestão – Humanismo. Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá. Revista v.2, n.1. Disponível em: http//www.fatecguaratingueta.edu.br/revista/index.php/RCO-TGH/article/download/.../26. Acesso em:13/03/2017.

PAGGIANI, F.; SILVA, P. H. M.; GUEDES, M. C. 2006. Uso do Lodo de Esgoto em Plantações Florestais. Prosab 4 - **Biossólidos – Alternativas de uso de resíduos de saneamento. Curitiba**, ABES RJ, p.159.

PIRES, A. M. M. **Lodo de esgoto.** Lodo de esgoto é um resíduo rico em matéria orgânica gerado durante o tratamento das águas residuárias nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/lodo_de_esgoto.html. Acesso em: 02/01/2017

Plano Municipal de Saneamento (PMSB) – Dmae – Prefeitura de Porto Alegre – Edição 2015. V.1. DIAGNÓSTICO. Disponível em: www.pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/01_pmsb_diagnostico_web.pdf;

Plano Municipal de Saneamento (PMSB) – Dmae – Prefeitura de Porto Alegre – Edição 2015. V.2. PROGNÓSTICO, OBJETIVOS E METAS. Disponível em: www.pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/02_pmsb_prognostico_objetivos_metas_web.pdf;

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO Versão Limpa Procedência: 82 a Reunião Ordinária do CONAMA Data: 30 e 31 de maio de 2006. Processo nº 02000.002533/2003-11 Assunto: Regulamentação do uso agrícola de lodo de esgoto.

ROSA, A. P.; CHERNICHARO, C. A. L.; MELO, G. C. B.; **Contribuição para o Aproveitamento energético do lodo de ETEs em processos térmicos**. DOI: 10.4322/dae.2014.140. 2014.

ROSA, A. P.; LOBATO, L. C. S.; BORGES, J. M.; MELO, G. C. B.; CHERNICHARO, C. A. L. 2016. **Potencial Energético e Alternativas para o Aproveitamento do Biogás e Lodo de Reatores UASB**: estudo de caso Estação de tratamento de efluentes Laboreaux (Itabira). Disponível em: www.scielo.br/pdf/esa/2016nahead/1809-4457-esa-S1413_41522016123321.pdf. Acesso em: 02/01/2017.

THEWES, M. R. **Comparação entre as técnicas de tubos e múltiplos e substrato enzimático para determinação dos coliformes termotolerantes e Escherichia coli.** 2005. Monografia (Pós- Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VON SPERLING, M. 2005. **Introdução à Qualidade das Águas**. 3. ed. Belo Horizonte, UFMG, 452 p.

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 colaborados poderão constar, mas serão relacionados ao pé da primeira página. Quanto ao(s) 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 trabalhados atrelados as ações estratégicas.

ECOS
TÉCNICA
DMAE
Prefeitura de
Porto Alegre