

REVISTA afluente

A REVISTA DO JPS
VINCULADA À ABES-RS

Ano IV / Nº 8 – Dezembro/2020

**APLICABILIDADE
DE UM SISTEMA
DE TRATAMENTO
ELETROQUÍMICO PARA
O REÚSO URBANO
DE ESGOTO EM
SANTA MARIA (RS)**

**ANÁLISE DO CONSUMO
ENERGÉTICO E
PRODUÇÃO DE LODO
DE UM TRATAMENTO
DE ÁGUA POR
ELETROCOAGULAÇÃO-
FLOTAÇÃO**

**EFEITOS DA ESTIAGEM
NA ÁGUA PARA
CONSUMO HUMANO
NO RIO GRANDE DO
SUL ENTRE 2019 E 2020**

**ENTREVISTA COM
MANUELA CARDOSO
ENGENHEIRA
QUÍMICA, DRA.**



FICHA TÉCNICA

Autor:

ABES-RS

Título:

Revista Afluyente - A revista do JPS

Conselho Editorial:

Renata Oliveira

Jussara Kalil Pires

Edição:

Ano IV / Nº 8 – DEZEMBRO/2020

Local:

Porto Alegre - RS

Ano da publicação:

2020

Diretor responsável:

Jussara Kalil Pires

Editor:

ABES-RS

ISSN 2594-732X

<https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php>

O conteúdo dos artigos e resumos de TCC é de responsabilidade dos autores.



Projeto gráfico e editoração:



Eduardo Riter - ER Design

Sobre o JPS:



Jovens Profissionais do Saneamento

<https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php>

Sobre a ABES-RS:



**Associação Brasileira de Engenharia
Sanitária e Ambiental - Seção RS**

www.abes-rs.org.br

CONTEÚDO

EDITORIAL

04

ARTIGOS

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO
ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO
DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

05

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO
DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA
POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

17

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO
HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

25

ENTREVISTA

ENTREVISTA COM MANUELA CARDOSO

35

EDITORIAL

NA OITAVA EDIÇÃO da Revista Afluenta trazemos temas bastante variados. O trabalho intitulado “Aplicabilidade de um Sistema de Tratamento Eletroquímico para o Reúso Urbano de Esgoto em Santa Maria (RS)”, do autor principal Gustavo Holz Brächer levou o “Prêmio Melhor trabalho da 8ª Edição da Revista Afluenta”.

A água apresenta-se como um insumo de grande relevância no processo produtivo, com uma tendência crescente, principalmente em países em desenvolvimento. O aumento da produção e do consumo está pressionando de forma não sustentável o meio ambiente e acarretando a intensificação dos problemas sociais. Nesse contexto, os temas apresentados tratam sobre o crescimento populacional ocasiona uma grande demanda por água potável, técnicas de reuso para complementar o abastecimento urbano e atenuar os problemas de lançamento inadequado de esgoto e a estiagem no estado do Rio Grande do Sul, que devido à escassez hídrica torna-se um problema de saúde pública uma vez que na falta de chuvas diminui-se a quantidade de água disponível, podendo levar a população a buscar fontes alternativas com risco associados de causar doenças desconhecidos, e sua qualidade.

Na entrevista, conheça o trabalho que a Professora Manuela Gomes Cardoso, professora efetiva na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo, onde atua na área de tratamento de águas e gestão dos resíduos sólidos. que conta sobre sua trajetória profissional, desafios no processo de formação de Engenheiros na área ambiental e sobre seu novo projeto, a criação de uma plataforma para consulta da qualidade das águas subterrâneas, superficiais e de abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul. Este trabalho é realizado em parceria com diversas universidades e pesquisadores do Estado.

Boa leitura!

CONSELHO EDITORIAL/REVISTA AFLUENTE

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

RESUMO

Técnicas de reuso de água são essenciais para complementar o abastecimento urbano e atenuar os problemas de lançamento inadequado de esgoto. A eletrocoagulação-flotação (ECF) é uma técnica que combina os mecanismos de oxidação, coagulação, floculação e flotação, capaz de conferir boa qualidade à efluentes e apresentar aspectos positivos nas perspectivas operacional, econômica e sustentável. O objetivo neste estudo foi avaliar a eficiência de um sistema de ECF no tratamento de esgoto doméstico para fins de reuso urbano, além da viabilidade econômica da aplicação do sistema em Santa Maria (RS). O sistema ECF era composto de um reator cilíndrico, equipado com eletrodos de alumínio, com distância entre os eletrodos de 1 cm, corrente elétrica de 1,65 A, tempo de eletrólise de 25 min e agitação de 262,5 rpm. Durante o estudo, foi monitorada a turbidez das amostras de esgoto tratado e o custo operacional do tratamento no sistema. Com um custo operacional de R\$ 16,22 m⁻³ e valores de turbidez residual predominantemente abaixo de 5 NTU, o sistema eletroquímico demonstrou potencial de aplicação no tratamento e reuso urbano descentralizado de esgoto em Santa Maria (RS), uma prática que poderia reduzir de 69,2 a 78,7% dos custos operacionais. Métodos para diminuição do desgaste dos eletrodos podem ser explorados para reduzir ainda mais os custos operacionais do sistema.

Palavras-chave: eletrocoagulação-flotação; reuso; esgoto doméstico

INTRODUÇÃO

No Brasil, pouco menos da metade da população não possui acesso a serviços de coleta de esgoto, os quais atendem somente 53,2% dos brasileiros (SNIS, 2019a). Cenário este ainda pior no que se refere ao índice de

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

seu tratamento, sendo que apenas 74,5% do coletado recebe tratamento, o que corresponde a 46,3% do esgoto gerado no País (SNIS, 2019a). No município de Santa Maria – RS, este cenário não se difere, sendo apenas 59,6% da população municipal atendida no que se refere à coleta e tratamento de esgoto (SNIS, 2019b). Tal fato evidencia a emergente necessidade de ampliação dos serviços de coleta e tratamento de águas residuárias domésticas, uma vez que o seu lançamento inadequado pode trazer riscos à saúde humana e aos ecossistemas, bem como deteriorar a qualidade dos recursos hídricos (HESPANHOL, 2015; SPILKI, 2015).

Em paralelo a isto, o atual cenário de escassez hídrica tem manifestado a importância da adoção de técnicas de reúso de água. Pelo menos 33% dos municípios brasileiros já decretaram Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública em decorrência de eventos de seca ou estiagem na última década, estando Santa Maria incluído nesta relação (BRASIL-MDR, 2020). Além disso, um aumento na demanda por água é esperado nos próximos anos, em virtude do crescimento populacional e econômico, urbanização e industrialização, o que agrava ainda mais os problemas de poluição e escassez de água (UN-WWAP, 2017).

De forma semelhante ao cenário nacional, a atividade de maior demanda por água na sub-bacia do Vacacaí, que compreende o município de Santa Maria, é a irrigação, seguida pelo abastecimento urbano, sendo estas atividades responsáveis pelo destino de 90,4 e 5,6% respectivamente da água captada (PSM, 2015). No entanto, o abastecimento urbano é a atividade em que há o maior retorno das águas captadas, as quais retornam na forma de esgoto (ANA, 2017). Além disso, o abastecimento urbano normalmente possui uma demanda menos variável do que a irrigação, o que torna o reúso urbano mais viável do que o reúso agrícola (US-EPA, 2012). Portanto, a adoção de técnicas de tratamento e reuso de esgoto para complementar o abastecimento urbano, poderia ser uma solução para atenuar os problemas relacionados com o lançamento inadequado de esgoto, os conflitos entre diluição de esgoto e outros usos de recursos

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

hídricos, e a crescente demanda por água.

Neste contexto, processos eletroquímicos, como a eletrocoagulação-flotação (ECF), vêm se apresentando como uma possível alternativa para o tratamento e reúso de esgoto, pelo fato de serem capazes de conferir boa qualidade ao esgoto e apresentarem vantagens como fácil operação, pequena área para instalação, baixos custos e baixa geração de lodo (COTILLAS et al., 2013; SYMONDS et al., 2015; ELAZZOUZI, HABOUBI e ELYOUBI, 2017). A ECF é uma técnica baseada no estabelecimento de corrente elétrica entre eletrodos através de uma fonte de energia, onde há a produção de agentes coagulantes in situ através da oxidação do ânodo, para captura dos contaminantes e formação de agregados, e também há a produção de microbolhas no cátodo, para promover a flutuação dos agregados formados (EMAMJOMEH, SIVAKUMAR e VARYANI, 2011).

Diante do exposto, o objetivo no presente trabalho foi avaliar a eficiência de um sistema de ECF no tratamento de esgoto doméstico para fins de reúso urbano, como também a viabilidade econômica para aplicação do sistema de tratamento em Santa Maria – RS, com base no custo dos insumos consumidos durante o tratamento.

METODOLOGIA

Área de estudo

Santa Maria é uma cidade localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). O município possui uma população de 283.677 habitantes (IBGE, 2020), sendo a maior parcela residente na zona urbana, a qual compreende mais de 95% da população (IBGE, 2010).

O município de Santa Maria atende 62,7% da zona urbana no que tange os serviços de coleta e tratamento de esgoto (SNIS, 2019b), o que reflete a necessidade de ampliação destes serviços na zona urbana do

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

município. Neste cenário, a adoção de técnicas de tratamento e reuso de esgoto é extremamente relevante para equilibrar este déficit.

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo.



OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de esgoto doméstico utilizadas no estudo foram coletadas na saída do tanque de equalização de uma estação de tratamento de efluentes experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Esta estação recebia parte do esgoto doméstico gerado no prédio 35, da Casa do Estudante Universitário II, da UFSM. Na realização do estudo, foram coletadas duas amostras mensalmente, nos meses julho, agosto, setembro e outubro de 2017, para verificar o desempenho do sistema de ECF diante de eventuais variações das características do esgoto doméstico. As características do

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

esgoto doméstico, observadas no período do estudo, estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características das amostras de esgoto doméstico utilizadas no estudo.

Parâmetro	Valor médio (± Desvio Padrão)*
Alcalinidade Total (mg·L ⁻¹)	444,2 (± 55,8)
Condutividade Elétrica (µS·cm ⁻¹)	1.207,7 (± 172,9)
Demanda Química de Oxigênio (mg·L ⁻¹)	1.194,1 (± 481,0)
pH	7,9 (± 0,4)
Turbidez (NTU)	113,8 (± 28,9)

*Valor médio e desvio padrão calculados a partir das características das 8 amostras coletadas durante o período de estudo.

SISTEMA DE ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

O sistema de ECF utilizado no estudo foi constituído de um reator cilíndrico de acrílico, com um volume útil de 1 L (22,2 cm de altura e 10,8 cm de diâmetro). O reator foi equipado com dois eletrodos de alumínio (9,10 cm de altura, 7,50 cm de largura e 0,05 cm de espessura), fixados com uma distância de 1 cm entre eles por meio de um suporte de PVC, alocado no centro do reator. Os eletrodos permaneciam completamente submersos, possuindo área superficial ativa de 67,5 cm². O par de eletrodos era conectado à uma fonte de alimentação de corrente contínua (EMG 18131), a qual mantinha uma corrente elétrica de 1,65 A entre os eletrodos, durante um tempo de eletrólise de 25 min, em cada batelada. Uma agitação de 262,5 rpm era mantida no reator através de uma barra e agitador magnéticos, durante o tempo de eletrólise. Passado o tempo de eletrólise, as amostras eram deixadas em repouso durante 5 min em cada batelada, para flotação dos precipitados remanescentes. Após isso, o esgoto tratado era coletado no registro de saída do reator. A Figura 2 ilustra o sistema de ECF utilizado no estudo.

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

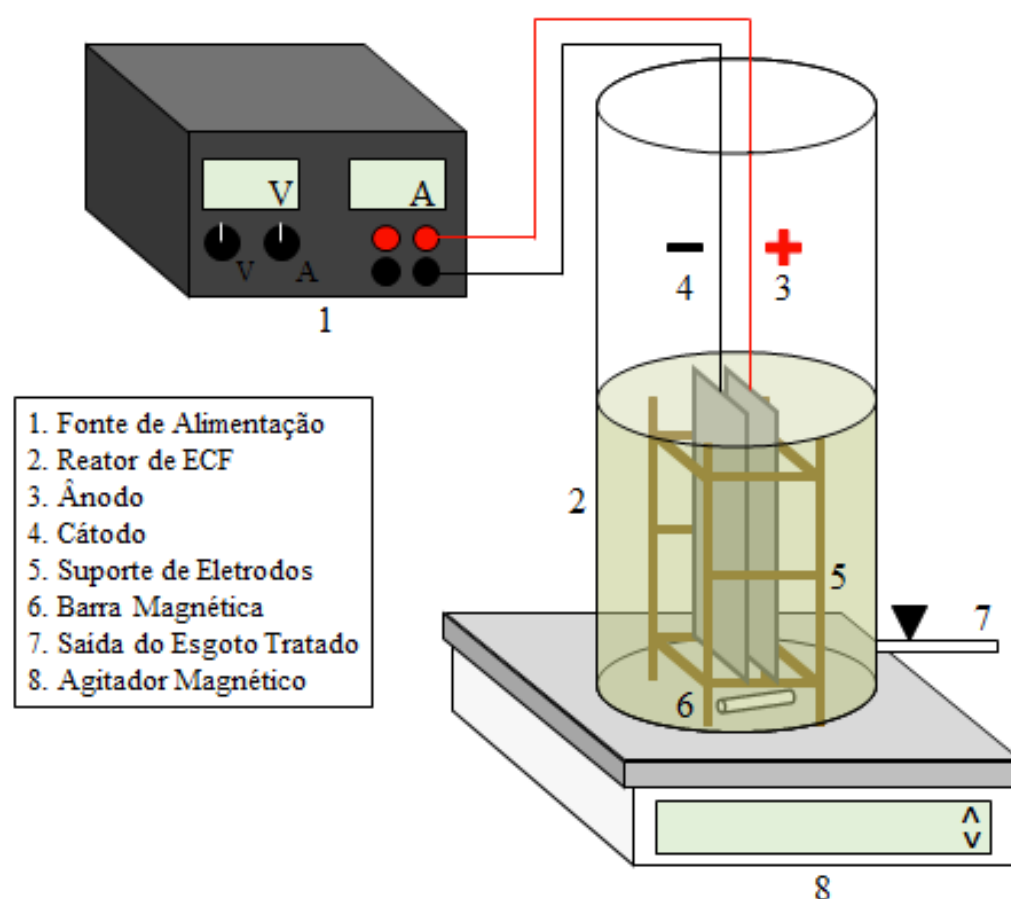


Figura 2- Sistema de eletrocoagulação-flotação (ECF) utilizado no estudo.

Como mencionado anteriormente, os ensaios de tratamento de esgoto no sistema de ECF foram realizados com diferentes amostras. A execução dos ensaios ocorreu logo após a coleta de cada amostra, nos diferentes dias de coleta estabelecidos. Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Antes da realização dos ensaios, o pH das amostras submetidas ao tratamento era corrigido a 6 com a adição de ácido clorídrico (1 N). Após coleta das amostras de esgoto tratado, foi realizada análise de turbidez para indicar se a qualidade das amostras estava de acordo com o recomendado pela Norma Brasileira ABNT-NBR 13.969 (1997). Também foi estimado o custo operacional do tratamento no sistema de ECF, com base no consumo de energia elétrica, desgaste dos eletrodos e quantidade de ácido adicionada.

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

A turbidez das amostras de esgoto tratado foi medida através de um turbidímetro (Policontrol AP2000 WL), conforme método nefelométrico (APHA, 2017). O custo operacional do sistema foi determinado pela equação 1.

$$CO = \alpha \cdot Cenergia + \beta \cdot Meletrodos + \gamma \cdot Vácido$$

Sendo: “CO” o custo operacional (R\$m-3); “α” o custo de energia elétrica (R\$ 0,3933 Wh-1); “Cenergia” o consumo energético (Wh-m-3); “β” o custo dos eletrodos (R\$ 0,0256 g-1); “Meletrodos” a massa de eletrodos consumida (g-m-3); “γ” o custo do ácido clorídrico (1 N) (R\$ 0,4198 L-1), e; “Vácido” o volume de ácido consumido (L-m-3).

O consumo de energia foi determinado através do registro da corrente e tensão elétrica no sistema de ECF durante o tratamento (MAJLESI et al., 2016). A massa de eletrodos consumida foi verificada através de pesagem dos eletrodos, antes e após tratamento, de acordo com o método gravimétrico de sólidos totais (APHA, 2017). O volume de ácido consumo foi quantificado através do uso de uma bureta para adição do ácido durante a correção de pH inicial. O custo de energia elétrica foi determinado com base no custo médio cobrado para serviços de água, esgoto e saneamento, pela empresa responsável pelo fornecimento de energia em Santa Maria – RS. Os custos dos eletrodos de alumínio e do ácido clorídrico (1 N) foram estabelecidos com base nos valores disponíveis no mercado nacional.

RESULTADOS

Os resultados de turbidez do esgoto tratado, nos diferentes dias de estudo, estão expressos na Figura 3.

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

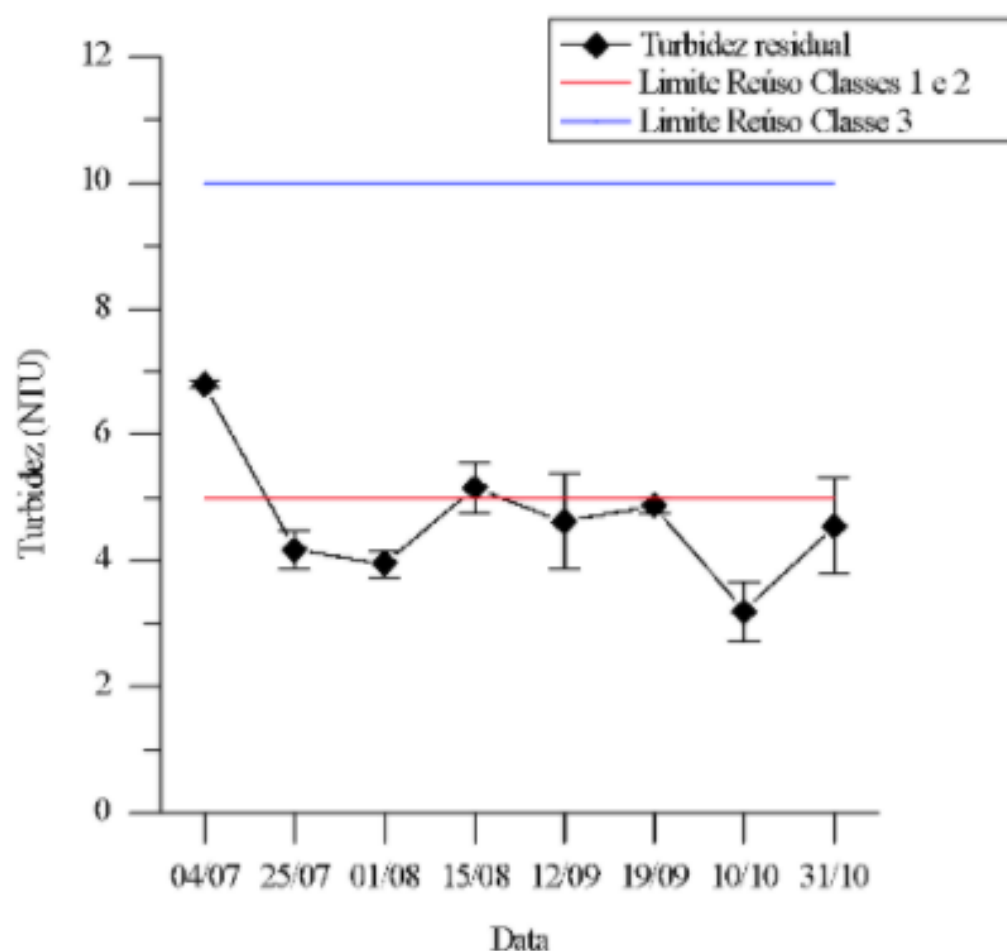


Figura 3 – Turbidez residual do esgoto tratado no sistema de ECF, nos diferentes dias de tratamento, e os limites estabelecidos pela ABNT-NBR 13.969 (1997) para os reúsos classes 1, 2 e 3.

O esgoto tratado no sistema de ECF apresentou, com exceção dos dias 04/07 e 15/08, turbidez compatível com o recomendado para os reúsos classes 1 e 2 da ABNT-NBR 13.969 (1997). Estas classes incluem reuso para lavagem de carros, pisos, calçadas, irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos e chafarizes, dentre outros usos que requerem contato direto do usuário com a água (ABNT-NBR 13.969, 1997). Em todos os dias de estudo, o esgoto tratado apresentou qualidade satisfatória para o reuso classe 3 da mesma norma, o qual inclui reuso nas descargas de vasos sanitários (ABNT-NBR 13.969, 1997). Os resultados de turbidez indicam que o sistema de ECF foi capaz produzir água de reúso em ambientes urbanos a partir do tratamento de esgoto doméstico.

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

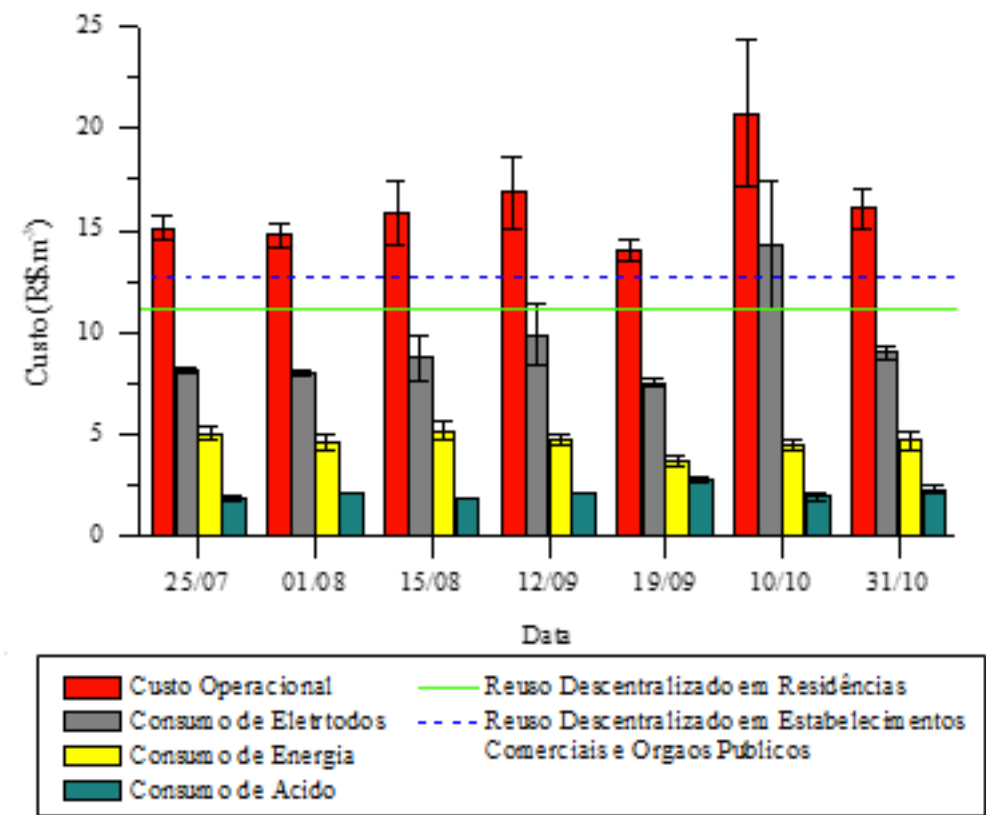
Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

Os custos operacionais estimados, nos diferentes dias de estudo, estão apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Custos operacionais estimados para o tratamento de esgoto doméstico no sistema de ECF e discriminados por insumo, e economia esperada para reúso urbanos descentralizados, em Santa Maria (RS).



O sistema de ECF apresentou um custo operacional médio de R\$ 16,22 m⁻³ para o tratamento de esgoto doméstico. Dentre os fatores considerados, o desgaste dos eletrodos foi o que mais contribuiu para a elevação dos custos operacionais do sistema (Figura 4), representando, em média, 57,9% dos custos operacionais registrados, seguido pelo consumo de energia elétrica e pela adição de ácido (Figura 4), que representaram 28,8 e 13,3% dos custos, respectivamente.

O custo operacional observado é relativamente elevado em comparação aos sistemas convencionais de tratamento de esgoto (VON SPERLING, 2014). No entanto, em um contexto de tratamento e reúso descentralizado de esgoto doméstico, o sistema de ECF pode se demonstrar uma

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

técnica mais atrativa, visto que grande parte do custo operacional do sistema poderia ser abatido com a prática do reúso descentralizado (Figura 4). Considerando as tarifas de distribuição de água e coleta e tratamento de esgoto, cobradas pela empresa de saneamento atuante em Santa Maria – RS, o reúso descentralizado do esgoto tratado poderia trazer uma economia de até R\$ 11,22 m⁻³ para residências e R\$ 12,77 m⁻³ para estabelecimentos comerciais e órgãos públicos. Tais economias representam 69,2 e 78,7% dos custos operacionais estimados, respectivamente, o que torna o sistema de ECF mais acessível ao público.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que o sistema de ECF foi eficaz na remoção de turbidez de esgoto doméstico, possibilitando o reúso urbano do esgoto tratado. O sistema de ECF apresentou um custo operacional médio de R\$ 16,22 m⁻³, sendo o desgaste dos eletrodos o principal contribuinte para a elevação deste custo. A prática do reúso descentralizado do esgoto tratado, em Santa Maria – RS, poderia reduzir de 69,2 a 78,7% dos custos operacionais do sistema de ECF, tornando o sistema mais viável economicamente. Assim, o sistema de ECF demonstrou grande potencial de ser aplicado no tratamento e reúso urbano descentralizado de esgoto doméstico no município de Santa Maria. No entanto, métodos para reduzir o desgaste de eletrodos durante o tratamento devem ser explorados a fim de reduzir ainda mais os custos de operação do sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT-NBR 13.969 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma Brasileira 13.969). Tanques Sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ANA (Agência Nacional de Águas). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017.

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

APHA (American Public Health Association). Standard methods for examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 2017.

BRASIL-MDR (Ministério do Desenvolvimento Regional). Situação de emergência ou estado de calamidade pública - Reconhecimentos Realizados e Reconhecimentos Vigentes. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

COTILLAS, S.; LLANOS, J.; CAÑIZARES, P.; MATEO, S.; RODRIGO, M.A. Optimization of an integrated electrodisinfection/electrocoagulation process with Al bipolar electrodes for urban wastewater reclamation. *Water Research*, v. 47, n. 5, p. 1741-1750, 2013.

ELAZZOUI, M.; HABOUBI, Kh.; ELYOUBI, M. S. Electrocoagulation flocculation as a low-cost process for pollutants removal from urban wastewater. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 117, p. 614-626, 2017.

EMAMJOMEH, M. M.; SIVAKUMAR, M.; VARYANI, A. S. Analysis and the understanding of fluoride removal mechanisms by an electrocoagulation/flotation (ECF) process. *Desalination*, v. 275, n. 1-3, p. 102-106, 2011.

HESPANHOL, I. Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. *Revista USP*, n. 106, p. 79-94, 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). IBGE Cidades, Santa Maria. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santa-maria/panorama>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

MAJLESI, M. et al. Improvement of aqueous nitrate removal by using continuous electrocoagulation/electroflotation unit with vertical monopolar electrodes. *Sustainable Environment Research*, v. 26, n. 6, p. 287-290, 2016.

PSM (Prefeitura de Santa Maria). Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Santa Maria. Santa Maria: Prefeitura de Santa Maria, 2015.

SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) (2019a). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2018. Brasília: SNS/MDR. 180 p.

SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento). (2019b). Tabelas Completas de Informações e Indicadores dos Prestadores de Serviços Regionais. In: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SPIILKI, F. R. Crise hídrica, saúde e parâmetros de qualidade microbiológica da água no Brasil. *Revista USP*, n. 106, p. 71-78, 2015.

SYMONDS, E. M.; COOK, M.M.; MCQUAIG, S.M.; ULRICH, R.M.; SCHENCK, R.O.; LUKASIK, J.O.; VAN VLEET, E.S.; BREITBART, M. Reduction of nutrients, microbes, and personal care products in

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO ELETROQUÍMICO PARA O REÚSO URBANO DE ESGOTO EM SANTA MARIA (RS)

Gustavo Holz Bracher

Cristiane Graepin;

Elvis Carissimi

domestic wastewater by a benchtop electrocoagulation unit. Scientific Reports, v. 5, p. 9380, 2015.

UN-WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report - Wastewater: The Untapped Resource. Paris, UNESCO, 2017.

US-EPA (United States Environmental Protection Agency). Guidelines for water reuse. Washington: U.S. Agency for International Development, 2012.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Vol. 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFSM, crisgraepin@gmail.com, 54 991636920

Elvis Carissimi - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFSM, ecarissimi@gmail.com, 55 32208000

Gustavo Holz Bracher - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFSM, gustavohbracher@gmail.com, 53 984344220

RESUMO:

O crescimento populacional ocasiona uma grande demanda por água potável, que em conjunto com as práticas inadequadas em bacias hidrográficas, altera as características da água, o que resulta em águas de baixa qualidade. Assim, se torna necessário desenvolver novas técnicas de tratamento de água, capazes de aliar praticidade e eficiência. A eletrocoagulação-flotação é uma das possíveis técnicas de tratamento, podendo ser simples, eficiente, com baixa produção de lodo e sem inserção de produtos químicos. O presente estudo teve como objetivo analisar o consumo energético e a produção de lodo do tratamento de água por eletrocoagulação-flotação, em função do pH inicial, densidade de corrente elétrica e tempo de eletrólise. O estudo foi realizado em um reator eletroquímico, sob agitação de 280 rpm, durante um tempo de 5, 20 e 35 min, com densidade de 1,70, 0,34 e 3,06 mA cm⁻² e pH inicial de 6, 8 e 10. O experimento com pH 8, densidade de corrente de 3,06 mA cm⁻² e tempo de eletrólise de 20 min apresentou o maior consumo energético (2,42 kWh m⁻³). Enquanto, a maior produção de lodo (0,39 kg m⁻³) foi no experimento com pH 8, densidade de 1,70 mA cm⁻² e tempo de eletrólise de 35 min. Os resultados mostram que há potencial de aplicação da eletrocoagulação-flotação para o tratamento de água, visando o abastecimento público, porém ainda é necessário otimizar a densidade de corrente e o tempo de eletrólise.

Palavras-Chave: tratamento de água, eletrocoagulação-flotação, consumo energético.

INTRODUÇÃO

A água de abastecimento público é um dos recursos naturais mais importantes, por ser indispensável para a sobrevivência humana. A população abastecida por serviços básicos de água potável, passou de 5 bilhões em 2000 para 6,8 bilhões em 2017, abrangendo 90% da população. Até 2030, a Organização das Nações Unidas estabeleceu que se

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin

Gustavo Holz Bracher

Elvis Carissimi

pretende chegar a 96 % da população com acesso a água potável, quase ao acesso universal (UNICEF, 2019). O que caracteriza uma grande demanda por tecnologias de tratamento de água, capaz de superar barreiras e desafios enfrentados pelo saneamento básico, que impossibilitam ao acesso universal.

Os processos eletroquímicos têm despertado o interesse de pesquisadores como uma nova alternativa de tratamento de água, uma vez que apresenta fácil operação, pequeno espaço físico requerido, geração de hidrogênio e produção de baixas quantidades de lodo, além da eficiência do tratamento (EMAMJOMEH et al., 2011; 15 FORMENTINI, 2012; COTILLAS et al., 2013; SYMONDS et al., 2015; ELAZZOUZI et al., 2017; CHO e HOFFMAN, 2017).

A eletrocoagulação-flotação é um processo eletroquímico baseado na produção de agentes coagulantes in situ, para a agregação de contaminantes em flocos, e na geração de microbolhas de gases, para promoção da flotação dos agregados formados (EMAMJO-

MEH et al., 2011). Estes agentes coagulantes são formados a partir dos eletrodos reativos que, quando submetidos a uma corrente elétrica, além de transferir elétrons da solução, também sofrem reações de oxidação e redução (GARCIA, 2002). Os eletrodos reativos são geralmente metálicos, sendo mais utilizados os eletrodos de ferro e de alumínio, devido sua disponibilidade, baixo custo e eficácia (AQUINO NETO et al., 2011). Os eletrodos de alumínio liberam íons de alumínio a partir da oxidação do ânodo. Da mesma forma, há a produção de hidróxidos a partir da hidrólise da água, no cátodo. Os íons de alumínio tendem a reagir com os hidróxidos, formando espécies monoméricas de hidróxido de alumínio (ELAZZOUZI et al., 2017).

Como em qualquer tecnologia de tratamento, o seu custo operacional é importante de ser analisado. No custo operacional do tratamento de água por eletrocoagulação-flotação está incluso o seu custo energético (KOBAYASHI et al., 2016), pelo fato de usar uma quantidade expressiva de energia elétrica durante o tratamento. A produção de lodo produzido também é importante de ser avaliado, pelo fato deste ter que ser tratado/descartado de forma adequada, o que acaba se somando ao custo do tratamento. Portanto, é de extrema importância a determinação e análise dessas variáveis.

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO
E PRODUÇÃO DE LODO DE UM
TRATAMENTO DE ÁGUA POR
ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin
Gustavo Holz Bracher
Elvis Carissimi

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi analisar o consumo energético e a produção de lodo do tratamento de água por eletrocoagulação-flotação, em função do pH inicial, densidade de corrente elétrica e tempo de eletrólise.

METODOLOGIA

A amostra de água utilizada neste estudo é proveniente dos mananciais de água superficial do Rio Ibicuí-Mirim e do Rio Vacacaí-Mirim, que abastecem o município de Santa Maria-RS. As características da água bruta são apresentadas na tabela 1. Para atingir os valores de densidade de corrente elétrica estudados, foi necessário adicionar 0,3g de NaCl (cloreto de sódio) no volume de amostra a ser tratada. Assim, a condutividade elétrica da amostra passou a ser de aproximadamente 430,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

Tabela 1 – Características da água bruta

Parâmetro	Valor
Cor (uC)	74,50
Turbidez(NTU)	6,00
pH	6,80
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	70,00

O tratamento da água por eletrocoagulação-flotação foi realizado em escala de bancada, no Laboratório de Engenharia e Meio Ambiente-LEMA, da Universidade Federal de Santa Maria. O sistema utilizado constituiu-se em um reator de acrílico, com volume de trabalho de 1,5 L (Figura 1(a)). O reator foi equipado com quatro eletrodos retangulares de alumínio (cada eletrodo com dimensão de 7,0 cm (A) x 10,5 cm (L) x 0,05 cm (E)), totalizando 294 cm^2 de área superficial ativa. Os eletrodos foram alocados no centro do reator, com distanciamento de 1,0 cm entre eles (Figura 1(b)), e ligados a uma fonte de alimentação de corrente contínua, durante o tempo de eletrólise

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin

Gustavo Holz Bracher

Elvis Carissimi

estudado, em conexão monopolar em paralelo. A agitação no reator foi mantida em 280 rpm, com auxílio de uma barra magnética e um agitador magnético.

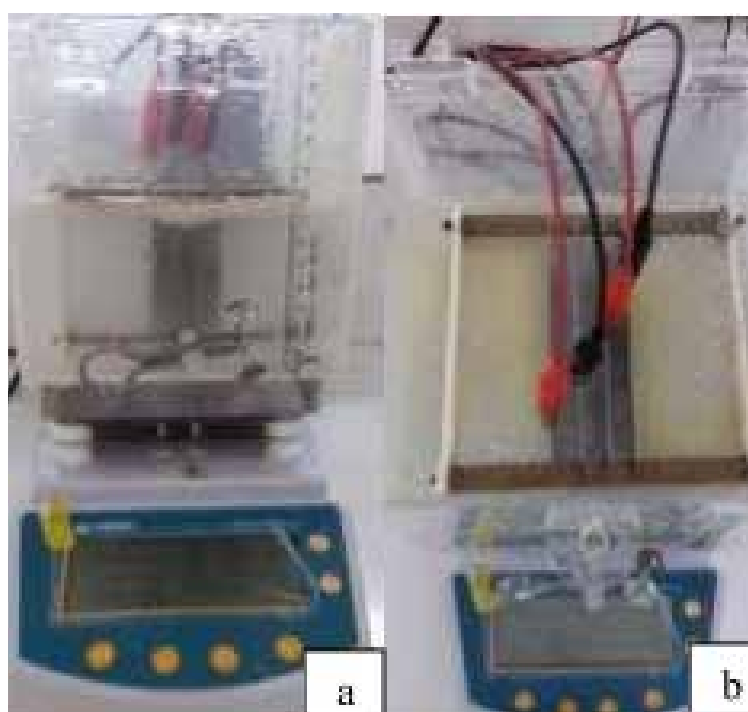


Figura 1 – Reator de eletrocoagulação-flotação. (a) reator eletroquímico; (b) conexão dos eletrodos de alumínio.

Os valores de pH iniciais foram ajustados a cada experimento, com adição de hidróxido de sódio 1N e ácido clorídrico 1N. A verificação do valor do pH foi feita com um pHmetro – TecnoPON (AC 200).

O consumo de energia do processo de eletrocoagulação-flotação foi calculado por meio da equação 1 (CERQUEIRA et al., 2014).

$$Ce = (V \cdot i \cdot t) / v$$

sendo, Ce o consumo de energia ($Wh\ m^{-3}$), V a tensão de operação (Volt), i a corrente elétrica (A), t o tempo de aplicação da corrente (h), v o volume de água (m^3).

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO
E PRODUÇÃO DE LODO DE UM
TRATAMENTO DE ÁGUA POR
ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin
Gustavo Holz Bracher
Elvis Carissimi

A produção de lodo foi determinada por meio da metodologia de de-
terminação de sólidos totais (APHA, 2012).

RESULTADOS

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos experimentos ele-
troquímicos, em que foram avaliados o consumo energético e a produção
de lodo, em função do pH, densidade de corrente elétrica e tempo de
eletrólise.

Tabela 2 – Valores reais,
codificados e resposta
para o delineamento
composto central

Experimento	pH	Densidade de Corrente (cm-2)	Tempo de Eletrólise (min)	Consumo energético (kwh m-3)	Produção de Lodo
1	6,0	1,70	1,70	0,80	0,22
2	10,0	1,70	1,70	0,80	0,23
3	8,0	0,34	0,34	0,06	0,05
4	8,0	3,06	3,06	2,42	0,35
5	8,0	1,70	1,70	0,23	0,00
6	8,0	1,70	1,70	1,53	0,39
inicial				elétrica (mA	

A variável pH inicial não influenciou no consumo energético e na pro-
dução de lodo. Pode- se observar que os experimentos 1 e 2, com pH de
6,0 e 10,0, respectivamente, e com as mesmas condições de densidade
de corrente elétrica e tempo de eletrólise, 1,70 mA cm-2 e 20 min, res-
pectivamente, apresentaram valores de consumo energético e produção
de lodo semelhantes, de 0,8 e 0,8 kwh m-3 0,22 e 0,23 kg m-3, respecti-
vamente.

As variáveis densidade de corrente elétrica e tempo de eletrólise in-
fluenciaram no consumo energético e na produção de lodo. Conforme
mostra a tabela 2, o experimento 4 apresentou o maior consumo ener-
gético, com 2,42 kwh m-3. Nesse experimento foi estabelecido o maior
valor de densidade de corrente elétrica, 3,06 mA cm-2. O consumo ener-

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin

Gustavo Holz Bracher

Elvis Carissimi

gético aumenta com o aumento da densidade de corrente, pois a energia necessária para desenvolver o tratamento eletroquímico é altamente dependente da densidade de corrente aplicada (PALAHOUANE, et al, 2015; SILVA et al., 2017). No experimento 4 também se obteve um valor elevado de produção de lodo, 0,35 kg m⁻³, possivelmente devido a densidade de corrente elétrica ser elevada.

O experimento 6 também apresentou um valor elevado de consumo energético, de 1,53 kwh m⁻³, e produção de lodo, de 0,39 kg m⁻³, pelo fato de apresentar o maior tempo de eletrólise estudado, de 35,0 minutos. Elevados tempos de eletrólise produzem uma grande quantidade de substâncias oriundas do tratamento de eletrocoagulação-flotação, que se somam na quantificação do lodo produzido (NASRULLAH et al., 2014). No experimento 5 o tempo de eletrólise foi muito pequeno, não havendo a formação de lodo, devido ao baixo tempo de tratamento.

Os maiores valores de consumo energético e produção de lodo foram observados em experimentos com maiores valores de densidade de corrente e tempo de eletrólise. Em um estudo realizado por Hashim et al. (2017) o aumento da densidade da corrente de 1,0 para 2,0 mA.cm⁻², ocasionou um aumento do consumo de energia de 1,32 kWh.m⁻³ para 6,65 kWh. m⁻³, respectivamente. Portanto, na busca de baixo consumo energético e produção de lodo, orienta-se o uso de baixos valores de densidade de corrente elétrica e tempo de eletrólise.

CONCLUSÕES

O tratamento de água por eletrocoagulação-flotação apresenta um consumo energético e produção de lodo maior quando utilizado altos valores de densidade de corrente elétrica e tempo de eletrólise. O pH inicial não apresentou influência quanto ao consumo energético e a produção de lodo.

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin

Gustavo Holz Bracher

Elvis Carissimi

Portanto, para uma viabilidade econômica satisfatória do tratamento de água por eletrocoagulação-flotação orienta-se optar por baixos valores de densidade de corrente elétrica e tempo de eletrólise.

REFERÊNCIAS

AQUINO NETO, S. MAGRI, T. C., SILVA, G.M., ANDRADE, A. R. (2011). "Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química". Química Nova, v. 34, n. 8, pp. 1468-1471.

APHA – American Public Health Association (2012) "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater": Method 2540 D. 22nd.ed. Washington: APHA-AWWA-WEF.

CHO, K.; HOFFMANN, M. R. (2017). "Molecular hydrogen production from wastewater electrolysis cell with multi-junction BiO x/TiO 2 anode and stainless steel cathode: Current and energy efficiency". Applied Catalysis B: Environmental, v. 202, pp. 671-682.

CERQUEIRA, A. A.; SOUZA, P. S. A.; MARQUES, M. R. C. (2014) "Effects of direct and Alternating current on the treatment of oily water in an electroflocculation process". Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 31, n. 3, pp. 693-701.

COTILLAS, S., LIANOS, J., CANIZARES, P., MATEO, S., RODRIGO, M.A. (2013). "Optimization of an integrated electrodesinfection/electrocoagulation process with Al bipolar electrodes for urban wastewater reclamation". Water research, v. 47, n. 5, pp. 1741-1750.

ELAZZOUI, M.; HABOUBI, KH.; ELYOUBI, M. S. (2017). "Electrocoagulation-flocculation as a low-cost process for pollutants removal from urban wastewater". Chemical Engineering Research and Design, v. 117, pp. 614-626.

EMAMJOMEH, M.M., SIVAKUMAR, M., VARYANI, A.S. (2011). "Analysis and the understanding of fluoride removal mechanisms by an electrocoagulation/flotation (ECF) process". Desalination, v. 275, pp. 102-106.

FORMENTINI, D. (2012). "Tratamento eletroquímico de esgotos sanitários". 2012. 125p. Dissertação (mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

GARCIA, T. V. (2002). "Remoção de algas através da eletroflotação: tratamento eletrolítico seguido de filtração direta no tratamento de água de abastecimento". 2002. 97p. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HASHIM, K. S., SHAW, A., KHADDAR, R., PEDROLA, M. O., PHIPPS, D. (2017). "Iron removal, energy consumption and operating cost of electrocoagulation of drinking water using a new flow column reactor". Journal of Environmental Management, v. 189, pp. 98-108.

ANÁLISE DO CONSUMO ENERGÉTICO E PRODUÇÃO DE LODO DE UM TRATAMENTO DE ÁGUA POR ELETROCOAGULAÇÃO-FLOTAÇÃO

Cristiane Graepin

Gustavo Holz Bracher

Elvis Carissimi

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em:<
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>>. Acesso em 15 out. 2018.

KOBYA, M., DEMIRBAS, E., ULU, F. (2016). "Evaluation of operating parameters with respect to charge loading on the removal efficiency of arsenic from potable water by electrocoagulation". Journal of Environmental Chemical Engineering, v.4, pp. 1484-1494.

NASRULLAH, M.; SIDDIQUE, M. N. I.; ZULARISAM, A. W. (2014). Effect of High Current Density in Electrocoagulation Process for Sewage Treatment. Asian Journal of Chemistry, v. 26, n. 14, pp. 4281-4285.

PALAHOUANE, B., DROUCHE, N., AOUDJ, S., BENSADOK, K. (2015). "Cost-effective electrocoagulation process for the remediation of fluoride from pretreated photovoltaic wastewater". Journal of Industrial and Engineering Chemistry, v. 22, pp. 127-131.

SILVA, A. A. R., CAMARA, C.A.P., LOBO, I., SACARMÍNIO, I.S., ALVES, J.C. (2017). "Otimização dos parâmetros operacionais de eletrocoagulação aplicada à recuperação de efluentes de lavagem de veículos". Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 1, pp. 179-186.

SYMONDS, E. M., COOK, M.M., McQUAIG, S.M., ULRICH, R. M., SCHENCK, R. O., LUKASIK, J. O., VAN VLEET, E. S.; BREITBARD, M. (2015). "Reduction of nutrients, microbes, and personal care products in domestic wastewater by a benchtop electrocoagulation unit". Scientific reports, v. 5, pp. 9380.

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja - Engenheira química, especialista em saúde no Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (DVAS/CEVS/SES/RS).

Rafaela Lorenzini - Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, estagiária no Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (DVAS/CEVS/SES/RS).

Luana Gabriele Gomes Camelo - Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, estagiária no Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (DVAS/CEVS/SES/RS).

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul vem enfrentando ao longo dos últimos anos uma anomalia climática cada vez mais comum: a estiagem. O fenômeno configura-se como a ocorrência de um período prolongado de baixa pluviosidade ou sua ausência, abaixo das normais climatológicas, em que a perda de umidade do solo e dos reservatórios de água é superior à sua reposição. Nos últimos anos, a estiagem causou prejuízos bilionários aos produtores rurais do estado principalmente nas secas de 2004-2005, 2012 e 2019-2020 (FOCHEZATTO e GRANDO, 2011). Em termos de água para consumo humano, a escassez hídrica torna-se um problema de saúde pública uma vez que na falta de chuvas diminui-se a quantidade de água disponível - podendo levar a população dependente a buscar fontes alternativas com riscos associados de causar doenças desconhecidas - e sua qualidade. Nesse sentido, ações de mitigação dos impactos da estiagem a serem desenvolvidas pelo Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) são essenciais.

No período de novembro de 2019 a junho de 2020 o estado do Rio Grande do Sul enfrentou níveis de precipitação abaixo da normal climatológica segundo os Boletins Climáticos para o Rio Grande do Sul divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), resultando em uma estiagem prolongada e pronunciada. Diante dessa situação, diversos municípios decretaram “Situação de Emergência por Estiagem”, com significativos impactos na agricultura e no abastecimento de água potável para consumo humano. No mesmo período, somou-se a isso o início da pandemia do novo Sars-CoV-2 no Brasil em uma Situação de Emergência de saúde e maior demanda de água para higienização e desinfecção para prevenção.

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

Dada esta conjuntura, o presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos diretos e indiretos na água para consumo humano provocados pela estiagem ocorrida no estado do Rio Grande do Sul no período do final do ano de 2019 até o fim do primeiro semestre de 2020. Além da problemática associada à diminuição do volume de chuvas, de redução da qualidade e quantidade de água nos reservatórios e poços, o artigo também visa discorrer sobre as ações de mitigação das consequências da estiagem desenvolvidas pelo Programa Vigiaqua e as Coordenadorias Regionais de Saúde (responsáveis por coordenar o Sistema de Saúde no âmbito regional). Para atingir esses objetivos, a metodologia utilizada envolveu a aplicação de questionários junto aos representantes do Programa nos municípios do estado, a análise de registros de inspeções sanitárias realizadas e consultas ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Ao longo do texto a seguir, primeiramente fez-se uma breve avaliação das respostas obtidas dos formulários aplicados com questionamentos sobre a situação da estiagem nos municípios e das avaliações dos sistemas e soluções para fornecimento de água potável. Após isso, os resultados são apresentados bem como as ações realizadas pelas instituições públicas envolvidas durante o período de seca. Por fim, apresentam-se as conclusões sobre o estudo realizado e propostas de desenvolvimento para futuras situações.

METODOLOGIA

Em virtude da Ordem de Serviço Nº 3 de 2020 disponibilizado no Diário Oficial do Rio Grande do Sul, o qual estabeleceu estado de atenção em todo o Estado em decorrência do período de estiagem em fevereiro de 2020, o Programa Vigiaqua, por meio das Coordenadorias Regionais de Saúde e municípios, elaborou um questionário na plataforma FormSus disponibilizada pelo DATASUS. O questionário ficou disponível para preenchimento durante o período da estiagem sendo respondido pelos representantes do Vigiaqua nos municípios. Sua aplicação tinha como objetivo mapear os efeitos da estiagem em relação à quantidade e

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

qualidade da água superficial e subterrânea ofertadas para consumo humano no estado.

O questionário elaborado consistia em cinquenta perguntas, separadas em quatro seções, sendo elas, Informações Pessoais, Dados da Forma de Abastecimento, Situação da Estiagem no Município e Considerações Finais. A primeira e segunda seção tinha o objetivo de identificar o fiscal que estava preenchendo as informações e o município. A seção denominada de Situação da Estiagem no município correspondia à parcela fundamental do questionário uma vez que caracterizava o histórico da seca e as dificuldades associadas nos sistemas de abastecimento (exemplo: pouco volume de água, água com qualidade prejudicada etc.) ou o próprio desabastecimento em Sistemas de Abastecimento de Água, Soluções Alternativas Coletivas ou Individuais. O espaço foi disponibilizado para relato das consequências na qualidade e quantidade de água potável fornecida à população, como a falta de água, água com cor, odor ou sabor alterado e floração de cianobactérias no manancial superficial. Além disso, também questionou-se sobre a identificação de resultados de controle mensal, realizados pela prestadora de serviço de água, e de vigilância, realizados pela autoridade de saúde pública, com valores acima de 5 uT (unidades de turbidez), que corresponde ao Valor Máximo Permitido (VMP) presente no Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5 do Ministério da Saúde de 2017. Por fim, deliberações foram feitas sobre as medidas tomadas pelo responsável do abastecimento de água em face da estiagem, como a troca do ponto de captação, fornecimento de água por caminhão pipa e ou fornecimento de reservatório de água móvel, e as ações de mitigação dos impactos da estiagem integradas entre o Vigia municipal, Defesa Civil e o Exército.

Os resultados deste questionário foram analisados semanalmente em planilhas do Google Sheets junto com os dados disponibilizados pelo Núcleo de Vigilância dos Eventos Ambientais Adversos à Saúde (NEAAS), parte integrante do Centro Estadual de Vigilância em Saúde do Rio Gran-

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

de do Sul, tal como o Programa Vigiagua. O NNEAS foi responsável por informar e repassar ao Vigiagua a relação dos municípios com decreto de Situação de Emergência pela estiagem reconhecidos pela União. Posteriormente, para melhor visualização e divulgação dos resultados foram elaboradas dashboards no software Power BI e disponibilizados ao público em geral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que do total de quatrocentos e noventa e sete (497) municípios do estado, quatrocentos e dez (410 ou 82,5%) tiveram Situação de Emergência decretada em decorrência da estiagem, dos quais trezentos e sessenta e cinco (365) municípios responderam o questionário aplicado e sobre os quais se deteve a análise. Além disso, como relatado pelos municípios através de seus representantes locais do programa Vigiagua a estiagem teve início no mês de outubro de 2019, sendo que os meses de novembro e dezembro do mesmo ano marcaram o intervalo de maior número de municípios ingressando na situação de estiagem, com cento e vinte (120) e cento e vinte oito (128) municípios, respectivamente. Foram diagnosticados, pelo menos, cento e setenta e três (173) municípios com algum impacto no abastecimento de água para consumo humano. Os municípios mais afetados foram aqueles com população inferior a 2.000 mil habitantes, totalizando um percentual de 93% do total de municípios enquadrados nessa faixa populacional no Estado.

As Coordenadorias Regionais de Saúde mais afetadas foram as 4^a (Santa Maria), 6^a (Passo Fundo), 7^a (Bagé), 8^a (Cachoeira do Sul), 9^a (Cruz Alta), 13^a (Santa Cruz) e 17^a (Ijuí), com todos os seus municípios atribuídos tendo decretado Situação de Emergência em decorrência da estiagem. As principais consequências relatadas pelos municípios foram:

- Interrupção total ou parcial da captação de água em mananciais superficiais em decorrência da diminuição do nível dos reservatórios;

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

- Floração de cianobactérias em mananciais impactados pelo descarte de efluentes industriais e esgotos domésticos in natura;
- Alteração da qualidade da água captada com impactos no tratamento aplicado (aumento da turbidez, concentração de sedimentos, matéria orgânica e substâncias químicas);
- Fornecimento de água oriunda de fontes desconhecidas como poços desativados;
- Utilização de carros-pipa não licenciados/auto-rizados para o transporte de água potável.

Os níveis de precipitação abaixo da normal climatológica registrada em todo o estado em um período de vários meses associado às elevadas temperaturas do verão com aumento da taxa de evaporação levou à redução dos níveis de rios e barragens de acumulação de água. No Rio Grande do Sul cerca de 9.710.237 (85,35%) pessoas, segundo o Sisagua são abastecidas por Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) que em geral realizam sua captação de água em corpos hídricos superficiais, diretamente afetados pela falta de chuva. Na Figura 1 abaixo é possível visualizar a régua de medição do nível de água em uma barragem para acumulação de água no município de Canguçu com a cota da água baixo do volume mínimo operacional da estrutura para captação de água.

O problema de floração de cianobactérias é comum no território gaúcho devido ao grande aporte de nutrientes contendo fósforo e nitrogênio nas plantações que são carregados para os



Figura 1: Barragem de acumulação de água no município de Canguçu com volume de água reduzida devido à estiagem. Fonte: Programa Vigiaqua de Canguçu, maio de 2020.

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

corpos hídricos, além do déficit de tratamento de esgoto. Em períodos de seca como o registrado há uma intensificação da ocorrência do fenômeno haja em vista a redução da quantidade de água e consequente concentração da matéria. A presença desse grupo de bactérias fotossintetizantes em demasia em mananciais de captação de água bruta é um problema de saúde pública e ambiental dado o consequente processo de desoxigenação do ecossistema e a produção de substâncias tóxicas que alteram a cor e o gosto da água. Conforme a Portaria 580/2015 da Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, quando um manancial utilizado para captação de água para consumo humano contar com uma densidade de cianobactérias maior que 20.000 células/mL, a prestadora de serviço deve comunicar o programa Vigiaqua por e-mail. De tal forma, durante o período de estiagem houve oitenta e três (83) notificações de florações de cianobactérias, com predominância na 5ª CRS, com sede em Caxias do Sul, com sessenta e seis (66) notificações entre outubro de 2019 e julho de 2020. Na Figura 2 é possível observarmos um registro de um manancial com floração de cianobactérias ocorrido durante o período da estiagem.

Figura 2: Barragem São Miguel em Bento Gonçalves em março de 2020 no período de estiagem e com floração de cianobactérias. Fonte: Vigilância em Saúde Ambiental de Bento Gonçalves.



EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

Além da floração, outro problema recorrente em períodos de redução da quantidade de chuvas e que a permanência durante a estiagem de 2019 e 2020 também foi relatada pelos municípios na aplicação do questionário foi o aumento da turbidez da água dos corpos hídricos afetados. Tal caso está associado a maior quantidade de material em suspensão no meio líquido podendo conter tanto partículas orgânicas como inorgânicas que reduzem a penetração de luz, afetando a taxa fotossintética dos vegetais e assim todo o meio ecossistêmico. No formulário analisado, trinta e três (33) municípios relataram resultados do parâmetro acima do Valor Máximo Permitido pela legislação de 5 unidades de turbidez (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017) nas análises de vigilância de Sistemas de Abastecimento de Água e Soluções Alternativas Coletivas. Já nas análises mensais de controle realizadas neste período pelas prestadoras de serviço disponibilizadas no Sisagua, foram cinquenta e seis (56) amostras acima do padrão, sendo quarenta e nove em Sistemas de Abastecimento de Água e sete (7) em Soluções Alternativas Coletivas.

No que diz respeito às ações integradas entre Defesa Civil, Vigiagua e Exército Brasileiro nos municípios afetados ao longo do estado, cento e oitenta e oito (188) usuários informaram que não houve propostas e ações articuladas entre as instituições, sendo que quarenta e um (41) representantes do Vigiagua nos municípios desconhecem o representante da Defesa Civil no seu território. Vale destacar que em desastres naturais como a da estiagem destacado nesse projeto o órgão da Defesa Civil é responsável pelo conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais, reabilitadoras e reconstrutivas, destinadas a evitar a ocorrências desses fenômenos ou minimizar seus impactos para a população e a restabelecer a normalidade social. Uma vez definida a linha de ação adotada o Exército incube-se da responsabilidade de realizá-las como apoio. O Vigiagua por sua vez analisa e articula os pontos prioritários para ação no que tange ao fornecimento de água para a população.

Tratando-se das medidas tomadas durante o período de estiagem foi

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

relatado pelos representantes do Vigiagua nas localidades atingidas como principal ação feita a solicitação e realização do fornecimento de água por carro-pipa, sendo a prestadora de serviços de abastecimento de água potável a principal responsável pelo fornecimento. Para o Programa Vigiagua, as principais ações realizadas no Estado do Rio Grande do Sul para promover a mitigação dos impactos da estiagem em 2019 e 2020, foram:

- Intensificação das análises de vigilância nos pontos críticos, especialmente naqueles locais em que houve a identificação de água com características organolépticas alteradas;
- Disponibilização de hipoclorito de sódio (2,5%) para as comunidades afetadas e que se abastecem de Soluções Alternativas Individuais;
- Realização de inspeções de emergência nas formas de abastecimento (SAA e SAC).
- Articulação entre os representantes locais do Programa, os Coordenadores Regionais de Saúde e outras instituições públicas como Defesa Civil e Exército.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do mês de julho de 2020, com o aumento do volume de precipitação e a ocorrência de um ciclone-bomba no litoral da região sul do Brasil, a Defesa Civil do Rio Grande do Sul informou que o período de estiagem havia chegado ao fim com a normalização das vazões esperadas nos rios do estado. Em algumas regiões, entretanto, o reflexo na agricultura ainda se prolongou. Os impactos da estiagem entre o último quadrimestre de 2019 e o primeiro quadrimestre de 2020 junto ao início da pandemia de Sars-CoV-2 levou ao recuo de cerca de 3,3% do Produto Interno Bruto (PIB) do Rio Grande do Sul referente ao período de janeiro a abril de 2020, segundo dados da Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. Como exposto anteriormente, o setor da agropecuária teve o maior recuo, com queda de 14,9% na comparação com o mesmo período do ano passado prejudicando de forma expressiva, principalmente, a produção de soja, milho e fumo.

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

Discutir a problemática da estiagem no estado e seus impactos associados é essencial tendo em vista que se trata de uma questão cada vez mais recorrente na realidade da região sul, especificamente no Rio Grande do Sul. Soma-se a isto a estiagem esperada para o estado no período de verão de 2021, conforme divulgado pela Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. O fenômeno se dará devido à formação de uma La Niña que venha a atuar entre a próxima primavera e verão no Hemisfério Sul implicando na maior redução e irregularidade das chuvas. As temperaturas médias, por sua vez, conforme indicado pelos modelos climáticos deverão ficar acima da média favorecendo a rápida evaporação da umidade do solo.

Nesse sentido, ações integradas entre as instituições públicas como Defesa Civil, Exército e o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano são necessárias a fim de direcionar os esforços necessários para combate aos impactos da estiagem e priorização das ações a serem desenvolvidas. Em um cenário de escassez hídrica, o fornecimento de água para consumo humano é prioritário e deve, obrigatoriamente, estar de acordo com o padrão vigente do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 de 2017. Mais levantamentos para análise e pesquisas para busca de dados e informações a respeito do dimensionamento do impacto da estiagem na quantidade fornecida e qualidade de água compatível com o padrão exigido são necessários a fim de que maiores questionamentos sobre o problema sejam esclarecidos e a discussão ganhe pauta na sociedade civil e órgãos de gestão pública.

REFERÊNCIAS

ANEXO XX. In: BRASIL.. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Publicada no Diário Oficial da União, sup., p 360, de 3 out.2017. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html.

Diário Oficial. Ordem de Serviço Nº003/2020 de 13 de fevereiro de 2020. Rio Grande do Sul,

EFEITOS DA ESTIAGEM NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO RIO GRANDE DO SUL ENTRE 2019 E 2020

Camila Bernardes Azambuja

Luana Gabriele Gomes Camelo

Rafaela Lorenzini

2020. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202002/18110006-2020-ordem-serv-gov-n-3-estabelece-estado-atencao-em-todo-estado-periodo-estiagem-17-02.pdf>.

FOCHEZATTO, Adelar; GRANDO, Marinês Zandavali. Efeitos da estiagem na economia do Rio Grande do Sul: uma abordagem multisetorial. Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 32, ed. 1, p. 137-160, jun 2011.

SECRETARIA DA SAÚDE. Portaria Nº580 de 2015. Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/carga20170441/13054143-1448286117-580-cevs.pdf>.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. Boletim Hidrometeorológico Mensal: setembro de 2020. Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <http://www.saladesituacao.rs.gov.br/>. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. Boletim Hidrometeorológico Mensal: outubro de 2020. Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <http://www.saladesituacao.rs.gov.br/>. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Departamento de Economia e Estatística (DEE). Disponível em: <https://dee.rs.gov.br/pib-trimestral>. Acesso em: 21 de outubro de 2020.

ENTREVISTA COM MANUELA CARDOSO

GRADUADA EM ENGENHARIA QUÍMICA (2008) E MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS, PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (2011), ONDE ESTUDOU O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS UTILIZANDO PROCESSOS BIOLÓGICOS DE DEPURAÇÃO. DOUTORA EM ENGENHARIA QUÍMICA PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (2016), ONDE ESTUDOU A SÍNTESE DE MATERIAIS ADSORVENTES E O SEU EMPREGO NA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DE SOLUÇÕES AQUOSAS. ATUOU COMO DOCENTE NO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES - LAJEADO, E NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL - CAMPUS CAXIAS DO SUL, LECIONANDO NOS CURSOS DE ENGENHARIA QUÍMICA, ENGENHARIA MECÂNICA, CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA, ENTRE OUTROS, E ORIENTANDO TRABALHOS NA ÁREA AMBIENTAL. ATUALMENTE É PROFESSORA EFETIVA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL (UFFS), CAMPUS CERRO LARGO, ONDE ATUA NA ÁREA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS E GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.



“Na graduação, acredito que a falta de uma orientação aos estudantes, de forma que sejam capazes de realizar um planejamento de carreira, seja um aspecto que necessita ser trabalhado...”

QUAIS SÃO OS MAIORES DESAFIOS QUE VOCÊ TEM VIVENCIADO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NA ÁREA AMBIENTAL?

Na graduação, acredito que a falta de uma orientação aos estudantes, de forma que sejam capazes de realizar um planejamento de carreira, seja um aspecto que necessita ser trabalhado nas instituições de ensino superior. Eu senti falta deste tipo de orientação e atualmente vivencio isso, quando

os estudantes me procuram pedindo opinião sobre o que eles devem priorizar (estágio em empresa, extensão, pesquisa, publicação de artigos, monitoria, cursos voltados ao uso de softwares ou curso de idiomas), como fazer, quando e por quanto tempo.

Já na pós-graduação, penso que um dos maiores desafios seja a colaboração entre empresas públicas e privadas com as instituições de ensino superior (IES), de forma que realizem trabalhos em conjunto, possibilitando a resolução de problemas reais e aplicados à situação específica das empresas. Sabemos que as parcerias existem, mas acredito que poderia ser intensificado, especialmente nas IES que localizam-se distantes dos maiores centros urbanos.

ENGENHEIRA AMBIENTAL, MESTRA E DOUTORANDA
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PELA UFRGS.
EMPREENDEDORA NA ÁREA AMBIENTAL.

QUAIS CONSELHOS VOCÊ DÁ PARA QUEM DESEJA SEGUIR CARREIRA ACADÊMICA?

Esteja sempre lendo. Leia as publicações relacionadas à sua linha de pesquisa, em periódicos nacionais e internacionais, mas também leia matérias em revistas, jornais e inclusive páginas de empresas especializadas em sua área de interesse. Converse com muitas pessoas e não restrinja sua rede de contatos à profissionais com a mesma formação que a sua. Questione e ouça essas pessoas. Seja humilde e flexível, em outras palavras, esteja pronto para aprender com os outros.

PODERIA FALAR UM POUCO DO PROJETO EM QUE ESTÁ TRABALHANDO ATUALMENTE?

O projeto em questão possui como título “Criação de plataforma para consulta da qualidade das águas subterrâneas, superficiais e de abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul” e começou a ser idealizado no final de 2018, quando eu, em conjunto com a estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária, Kananda Silveira, começamos a pensar e questionar a respeito da disponibilização de informações sobre a qualidade das águas. Por meio da pesquisa, eu constatei a necessidade de haver uma plataforma única, que disponibilizasse os dados obtidos de trabalhos acadêmicos (artigos, dis-

“Converse com muitas pessoas e não restrinja sua rede de contatos à profissionais com a mesma formação que a sua.”

sertações e teses) ao mesmo tempo que dados obtidos de monitoramento realizado por instituições ligadas à gestão (incluindo fiscalização, registro, abastecimento e controle) das águas, e tudo isso, comparando com o enquadramento (classe e respectiva qualidade) daquele corpo hídrico. Em 2019, iniciei o planejamento e execução do projeto e já como primeira ação, procurei um profissional da área da computação, que viabilizasse a criação da plataforma idealizada. Assim, eu encontrei o professor Dr. Fernando Bevilacqua, coordenador do Curso de Ciência da Computação da UFFS,

Campus Chapecó, que topou trabalhar comigo e desenvolver o programa. Após esta parceria, o professor Fernando começou o desenvolvi-

mento do website e eu dei início à construção do banco de dados com as informações ambientais. Atualmente, o projeto conta com a parceria de 12 professores da área das ciências ambientais, das Instituições de Ensino Superior IFRS, UERGS, UFFS, UFRGS, UFSM, ULBRA, UNICRUZ, UNIPAMPA, UNIVATES e UPF, os quais inserem as informações da qualidade das águas na base de dados. Além deste grupo, temos mais 4 professores da área computacional (da UFFS, UFRGS, UFSM E UNISC), os quais desenvolvem o sistema de informação para visualização e disponibilização desses dados e mais 2 profissionais da área da comu-

ENGENHEIRA AMBIENTAL, MESTRA E DOUTORANDA
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PELA UFRGS.
EMPREENDEDORA NA ÁREA AMBIENTAL.

nicação (da UFFS), os quais trabalham na divulgação e na produção visual do website.

COMO FUNCIONARÁ A DISPONIBILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES?

As informações sobre a qualidade das águas serão disponibilizadas por meio de um website e de um aplicativo móvel, nos quais o usuário terá a opção de digitar a palavra-chave do assunto de seu interesse em uma barra de busca, e ainda a opção de utilizar um mapa para verificar a existência de dados em um local desejado. Por exemplo, você poderá investigar a existência de contaminação por nutrientes, digitando a palavra “fósforo” ou, investigar a condição do rio que passa perto de seu local digitando “Rio Vacacaí” ou, utilizar o mapa para situar a localização de um poço artesiano e assim por diante. Destacando que o projeto abrange águas superficiais, subterrâneas e de abastecimento. Assim, ao buscar a informação, o usuário irá visualizar: o parâmetro, seja orgânico, inorgânico, microbiológico ou físico-químico, o método de análise utilizado, o valor encontrado para aquele corpo hídrico, as datas das coletas, a fonte onde foi publicado originalmente o dado, o valor estipulado em legislação para aquele corpo hídrico específico, a bacia a que pertence, o significado do parâmetro bem como seu efeito à saúde, entre outras informações.

QUAIS AS MAIORES DIFICULDADES VIVENCIADAS PELA SUA EQUIPE NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO?

As maiores dificuldades que encontramos foram a falta de estudantes da área da computação, dispostos a trabalhar no projeto, e a demora na resposta ou resposta negativa que obtivemos de órgãos públicos, quando entramos em contato solicitando o apoio para o desenvolvimento do projeto. Em relação ao desenvolvimento do software, há a dificuldade em manipular uma quantidade de dados significativamente heterogênea, pois os dados precisam ser mostrados e contextualizados. Isso se torna um desafio quando o conjunto de dados varia tanto de local para local ou em relação ao tipo de medição. •

“As maiores dificuldades que encontramos foram a falta de estudantes da área da computação, dispostos a trabalhar no projeto, e a demora na resposta ou resposta negativa que obtivemos de órgãos públicos...”

A ABES CONTINUA FIRME DURANTE A PANDEMIA. CONHEÇA OS PRÓXIMOS EVENTOS.



ACOMPANHE OS EVENTOS E TRANSMISSÕES DO ABES CONECTA NO YOUTUBE.

ASSOCIE-SE NA ABES.

A ABES é uma associação nacional de profissionais e empresas dedicada a qualificar o setor de saneamento e meio ambiente no Brasil. Envolver-se você também nas Câmaras Temáticas. Participe dos cursos, encontros, simpósios e congressos. Envie artigos para as revistas. Conviva com os melhores profissionais da área. Desfrute de descontos em eventos, cursos e na livreria virtual da ABES. O programa Jovens Profissionais do Saneamento (JPS) garante uma atenção especial da Diretoria Nacional e das Seccionais para as necessidades dos novos profissionais que ingressam no mercado. Desde a recente reformulação do Estatuto, a ABES garante anuidade diferenciada para os profissionais com até 35 anos. Informe-se.

Encaminhe seu artigo de opinião, estudo de caso ou artigo técnico para a revista Afluyente, uma realização do núcleo gaúcho do programa JPS.

Visite os sites da ABES/RS e da Diretoria Nacional

www.abes-rs.org.br

www.abes-dn.org.br

Visite também a página do programa Jovens Profissionais do Saneamento, onde você encontra todas as edições da Revista Afluyente e fique por dentro das atividades promovidas especialmente para os profissionais em início de carreira.

<https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php>

Acompanhe também pelo Facebook:

www.facebook.com/abesdn

E siga a ABES-RS no Instagram:

www.instagram.com/abes_rs

Realização:



Parceria institucional:



Cada uma das seções estaduais realiza diversas atividades a cada ano. Informe-se. Participe!