

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Alan Mario Zuffo
(Organizador)



Alan Mario Zuffo

(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 4 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-252-4

DOI 10.22533/at.ed.524191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior I CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu IV volume, apresenta, em seus 19 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O BANHEIRO SECO COMO MEDIDA MITIGADORA PARA O CONTROLE DE DOENÇAS ASSOCIADAS À FALTA DE SANEAMENTO EM CACHOEIRA DO ARARI, SALVATERRA E SOURE, NA ILHA DO MARAJÓ-PA	
Fernando Felipe Soares Almeida Aline Martinho Trindade Ferreira Evelyn Wagemacher Cunha Gabriel Almeida Silva Larissa Delfino Santana Rocha Loreno da Costa Francez	
DOI 10.22533/at.ed.5241911041	
CAPÍTULO 2	19
PESQUISA DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE ÁGUA DE CULTIVOS E PEIXES PROVENIENTES DE 10 PESQUE-PAGUES LOCALIZADOS NO RECÔNCAVO BAIANO	
Adriana Santos Silva Danuza das Virgens Lima Daniela Simões Velame Crisnanda da Silva e Silva Ludmilla Santana Soares e Barros	
DOI 10.22533/at.ed.5241911042	
CAPÍTULO 3	28
PESQUISA PARTICIPATIVA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BAIRRO SÁ VIANA, SÃO LUÍS, MA, BRASIL	
Letícia Fernanda Brito Moraes Juliana de Faria Lima Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5241911043	
CAPÍTULO 4	37
PROPOSTA DE ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS ORIUNDAS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO SETOR BÁSICO DA UFPA/BELÉM	
Adenilson Campos Diniz André Luiz da Silva Salgado Coelho Hélio da Silva Almeida Amanda Queiroz Mitozo Yuri Bahia de Vasconcelos Neyson Martins Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.5241911044	
CAPÍTULO 5	51
PROPOSTA PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS DE CORTE E PLAINAGEM DO SETOR MOVELEIRO QUE UTILIZA MDF NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA	
Elysson Filipe de Sousa Silva Raíza Pereira Bandeira Antônio Pereira Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.5241911045	

CAPÍTULO 6	77
QUANTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO E ALTERNATIVAS DE REUSO	
Mariane Santana Silva	
Jaira Michele Santana Silva	
Micaelle Almeida Santos	
Joseane Oliveira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5241911046	
CAPÍTULO 7	84
QUANTUM DOTS FROM RENEWABLE PRECURSORS INCORPORATED AT ZINC OXIDE BY SONOCHEMICAL METHOD FOR PHOTOCATALYTIC PROPERTIES	
Mayara Feliciano Gomes	
Yara Feliciano Gomes	
André Luis Lopes Moriyama	
Eduardo Lins de Barros Neto	
Carlson Pereira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.5241911047	
CAPÍTULO 8	100
REGIONALIZAÇÃO DE CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÃO PARA A SUB- BACIA DO RIO MADEIRA	
Letícia dos Santos Costa	
DOI 10.22533/at.ed.5241911048	
CAPÍTULO 9	114
REÚSO DE ÁGUA EM EMPREENDIMENTOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS	
Antonio de Freitas Coelho	
Ailton Braz da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5241911049	
CAPÍTULO 10	126
SANEAMENTO: INTERFERÊNCIA NA SAÚDE PÚBLICA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	
Francisco Das Chagas Sa Cabedo Junior;	
Keven Barbosa da Silva Cunha;	
Anderson Luiz da Silva Aguiar	
Francisco Daniel Nunes Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.52419110410	
CAPÍTULO 11	135
TiO ₂ SUPORTADO EM VIDRO COMO FOTOCATALISADOR PARA DEGRADAÇÃO DE LARANJADO DE METILA	
Siara Silvestri	
Fernanda C. Drumm	
Patrícia Grassi	
Jivago S. de Oliveira	
Edson L. Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.52419110411	

CAPÍTULO 12	145
USO DA ÁGUA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO CAMPUS PARALELA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO JORGE AMADO – UNIJORGE	
Alex dos Santos Queiroz Laís Lage dos Santos José Arthur Matos Carneiro	
DOI 10.22533/at.ed.52419110412	
CAPÍTULO 13	151
USO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA NA REMOÇÃO DO CORANTE VIOLETA	
Jordana Georjin Paola Rosiane Teixeira Hernandes Letícia de Fátima Cabral de Miranda Daniel Allasia Guilherme Luiz Dotto	
DOI 10.22533/at.ed.52419110413	
CAPÍTULO 14	158
UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA MÁQUINA DE LAVAR ROUPA PARA IRRIGAÇÃO DE GRAMA	
Lucas Oliveira de Souza Sandra Zago Falone	
DOI 10.22533/at.ed.52419110414	
CAPÍTULO 15	169
UTILIZAÇÃO DE POLÍMEROS CATIONICOS ORGÂNICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TANÍFERO DE PLANTAS DO SEMIÁRIDO BAIANO	
Thailany de Almeida Magalhães Aura Lacerda Crepaldi Yuji Nascimento Watanabe Floricea Magalhães Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.52419110415	
CAPÍTULO 16	179
UTILIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS PRESENTES EM CINCO PONTOS DO RIO BUCANHA LOCALIZADO NA CIDADE DE TRACUATEUA, NORDESTE PARAENSE	
Renata Conceição Silveira Sousa Sávio Costa de Carvalho Mauro André Damasceno de Melo Cristovam Guerreiro Diniz	
DOI 10.22533/at.ed.52419110416	
CAPÍTULO 17	186
UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ COMO LEITO FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA	
Letícia dos Santos Costa Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves	
DOI 10.22533/at.ed.52419110417	
CAPÍTULO 18	199
VARIABILIDADE DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ	
Jakeline Oliveira Evangelista Samira Alves Silva	

Phaloma Aparecida
Tathiane Santos da Silva
Glauber Epifânio Loureiro

DOI 10.22533/at.ed.52419110418

CAPÍTULO 19 209

WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS
LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Kiane Cristina Leal Visconcin

Henrique Moreira Dutra

Liniker Rafael Rodrigues

Edu Max da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52419110419

SOBRE O ORGANIZADOR..... 214

REÚSO DE ÁGUA EM EMPREENDIMENTOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS

Antonio de Freitas Coelho

Empresa Baiana de Águas e Saneamento
(EMBASA)
Salvador – Bahia

Ailton Braz da Silva

Lavajato Topa-Tudo
Irecê – Bahia

RESUMO: Os lava-jatos são empreendimentos comuns na região de Irecê (semiárido baiano), e a atividade vem crescendo, sendo grande consumidora de água potável, competindo o uso com o abastecimento humano. A atividade é potencialmente poluidora dos recursos hídricos, necessitando de regularização, gestão de resíduos, tratamento e reúso de água. Diante dessa problemática, desenvolveu-se um projeto piloto de baixo custo para reúso e tratamento de efluentes em um lava-jato em Irecê. O projeto foi implantado em setembro de 2014 e continua funcionando desde então. A capacidade de tratamento do projeto é de 1,0 m³/hora. As tecnologias de tratamento adotadas foram similares àquelas utilizadas em abastecimento público, a exceção apenas do controle de salinidade pela adição de água potável ou de chuva. O projeto tem se mostrado eficiente no processo de tratamento e clarificação do efluente, no que se refere a parâmetros

como cor aparente, turbidez e pH, oferecendo redução significativa no custo e consumo de água potável. Dessa forma, apresenta-se como alternativa para implantação em outros empreendimentos de “lava-jatos” em Irecê e região, contribuindo significativamente para o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso; Água; Lavagem de veículos.

ABSTRACT: Car washes are common enterprises in the region of Irecê (semi-arid Bahia), and the activity comes growing, being great consumer of drinking water, competing the use with the human supply. The activity is potentially polluting water resources, requiring regularization, waste management, treatment and reuse of water. In the face of this problem, a low-cost pilot project was developed to reuse and treatment of effluents in a jet lavatory in Irecê. The project was implemented in September 2014 and continues to function ever since. The treatment capacity of the project is 1.0 m³ / hour. The were similar to those used for public supply, with the control of salinity by the addition of drinking water or rainfall. The project has proved to be process and clarification of the effluent, with respect to parameters such as apparent color, turbidity and pH, offering a significant reduction in the cost and consumption

of drinking water. In this way, it is presented as alternative to other “jet-wash” projects in Irecê and sustainable development and the preservation of water resources.

KEYWORDS: Reuse; Water; Washing of vehicles.

1 | INTRODUÇÃO

A escassez de água potável é um problema que desafia a humanidade a buscar soluções e alternativas. Uma das soluções propostas é adoção de estratégias para reduzir o consumo tanto através do consumo consciente da população, quanto através do reúso de águas residuárias nos empreendimentos e indústrias. Embora esta prática seja uma importante ferramenta no gerenciamento de recursos hídricos e de políticas ambientais, ainda caminha lentamente no Brasil, onde há poucas experiências no reúso planejado e institucionalizado, principalmente para o reúso de esgotos domésticos tratados (FONSECA, 2001; TOSETTO, 2006).

Os “lava-jatos” representam empreendimentos em franca expansão no país e a atividade vem crescendo, acompanhando o crescimento na quantidade de veículos. Entretanto, a atividade é grande consumidora de água potável e potencialmente poluidora dos recursos hídricos, necessitando de regularização, gestão de resíduos, tratamento e reúso de água. Outra questão a considerar é que a atividade compete o uso da água potável com usos mais nobres, como o abastecimento humano.

No município de Irecê, existiam 31.109 veículos cadastrados em março de 2018 (DENATRAN, 2018) e, destes, 93,2% eram motos, automóveis de passeio ou caminhonetes, veículos lavados principalmente em lava-jato de pequeno porte.

Supondo, para ter uma ideia do problema dos efluentes de lava-jato, que sejam lavados esses veículos uma vez por mês na cidade e que sejam gastos 80 litros de água em cada lavagem, seriam consumidos no mês 2.488,7 m³ de água potável. Como não existe tratamento e reúso de água quase que na totalidade dos estabelecimentos e não existe esgotamento sanitário em 89% do município, pelo menos cerca de 1.991 m³ de efluentes são gerados no processo de lavagem de veículos (adotando-se 80% como sendo o volume efetivo de efluentes). Por essa análise, o volume de 1.991 m³ de efluentes está contaminando o aquífero subterrâneo da região com óleos e graxas, surfactantes, metais, nitrogênio, fósforo, etc. Considerando o poder poluidor do efluente em relação a óleos e graxas e considerando valor de 90 mg/l deste parâmetro (valor mínimo encontrado nos trabalhos de BONIN & MARQUES, 1999; ROSA et al, 2011; e ZIMMERMAN, 2008) e o valor limite da legislação de 20 mg/l (CONAMA 430/2011), 1 litro do efluente de lava-jato é capaz de tornar poluído 4,5 litros de água. Dessa forma, os 1.991 m³ de efluentes gerados são capazes de tornar poluídos 8.959,5 m³ de água do manancial subterrâneo da região a cada mês, causando impacto ambiental muito grande, considerando apenas um parâmetro e que cada veículo seja lavado apenas uma vez por mês.

Caso houvesse reaproveitamento e tratamento desses efluentes, o consumo de

água potável cairia para menos de 497,8 m³ (20% do volume atual), e os efluentes seriam devidamente tratados e representariam esse mesmo volume indo parar nos mananciais da região, porém tratados. Essa ação reduziria significativamente os impactos ambientais causados pela atividade de lava-jato no município e os proprietários desses empreendimentos ainda fariam economia financeira, pois o custo com água potável seria drasticamente reduzido. O excedente de água potável seria disponibilizado para novas residências e/ou para aumentar a oferta daquelas já abastecida com esta água, diminuindo assim a pressão nos mananciais da região.

Dessa forma, implantar sistemas de tratamento e reaproveitamento de efluentes para usos não potáveis nesses empreendimentos, como lavagem novamente de veículos, se configura como uma das formas de utilizar a água de forma racional e sustentável, configurando-se com estratégia importante para preservação dos recursos hídricos e disponibilização destes recursos para usos mais nobres.

2 | OBJETIVOS

Desenvolver projeto piloto de baixo custo para reúso e tratamento de efluentes em um empreendimento de lava-jato no município de Irecê e utilizar os resultados obtidos como modelo para desenvolvimento e aplicação em outros empreendimentos do ramo.

Estudar a viabilidade técnica do projeto para servir como modelo para outros empreendimentos.

Contribuir para o uso racional de recursos hídricos na região de Irecê, Bahia.

3 | MÉTODOS/METODOLOGIA

O projeto iniciou operação em setembro de 2014, mantendo atividades desede então. Foi implantado em um estabelecimento de lava-jato, localizado no Município de Irecê, Bahia.

A primeira etapa consistiu em realização de análises e ensaios de laboratório para caracterização do efluente e definição da estratégia de tratamento a ser utilizada. As análises foram realizadas no laboratório de Controle de Qualidade da Estação de Tratamento de Água de Ibititá, de propriedade da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA). A metodologia das análises empregadas foram as mesmas utilizadas por esta empresa no monitoramento e controle da qualidade de água potável.

Após a definição da estratégia, foi elaborado o sistema para tratamento e reúso com capacidade de tratamento de 1,0 m³/hora. Para controle da salinidade, estipulou adição de 20% de água potável e reaproveitamento de 80% de água utilizada. O projeto foi passado para o empreendedor executá-lo sob orientação.

Os resultados de consumo e custo de água potável foram retirados da conta de água do empreendimento, a qual é baseada na leitura do hidrômetro fornecido pela

EMBASA e instalado no empreendimento.

Com os resultados obtidos no projeto piloto, foi elaborado um estudo de viabilidade técnica, ambiental e econômica do empreendimento, que poderá ser utilizado como modelo para implantação em outros “lava-jatos”.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O empreendimento escolhido foi o “Lava-Jato Topa-Tudo”, de propriedade de Ailton Braz da Silva, que existe há mais de 10 anos no ramo, localizado no município de Irecê. Este empreendimento é responsável pela lavagem dos 36 veículos entre carros e caminhões à disposição da Unidade da EMBASA em Irecê, além de veículos de particulares e outras empresas. Em médio, são realizadas 300 lavagens por mês.

Neste empreendimento, antes de implantar o sistema aqui estudado, existia um sistema simples de reúso, sem adição de produtos químicos e sem filtração, consistindo apenas em um tanque de decantação, que proporcionava até 20% de economia no consumo de água potável, mas gerava uma série de inconvenientes principalmente com odores e danos aos veículos dos clientes. O consumo médio mensal era de 14,8 m³ de água potável. O projeto foi desenvolvido para que o consumo mensal não ultrapassasse a 10 m³ de água potável, faixa de menor custo de água até 2016, e segundo menor curso a partir de 2017, representando economia mínima de 50% no consumo de água.

5 | SISTEMA DESENVOLVIDO

A partir dos resultados obtidos em laboratório, foi pensada a tecnologia de tratamento a ser utilizada, cuja vazão foi definida para 1.000 litros por hora, aproveitando as estruturas existentes no empreendimento. A tecnologia consistiu nas mesmas tecnologias utilizadas no tratamento convencional de água potável, conforme NBR12.216/1992, incluindo o reaproveitamento de efluentes de lavagens e descargas de filtro, tratamento de lodo, e a desinfecção para manter residual de cloro entre 0,5 e 1,5 mg/l, de acordo com a NBR 13.969/1997. Como etapas adicionais, foram incluídos: caixa de separação água e óleo; e o controle da salinidade por adição de água potável ou de chuva, conforme MORELLI (2005). As Figuras 1 e 2 mostram o sistema de tratamento adotado.

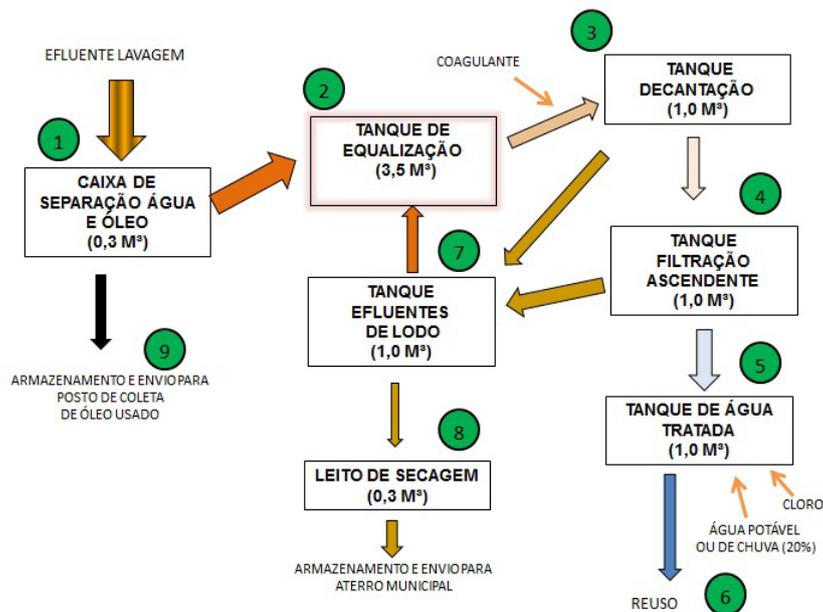


Figura 1: Esquema geral de tratamento.

Escolheu-se a construção em alvenaria de caixa de separação de água e óleo de três compartimentos, totalizando 300 litros de volume. Optou-se por tanque de equalização para recebimento dos efluentes com capacidade de 3.500 litros, sendo este construído também em alvenaria. O tanque de alvenaria foi pensado nessa capacidade para poder ser capaz de armazenar água de chuva e utilizá-la no processo. A bomba escolhida foi de 1,0 CV de potência e monofásica de 220 V.

O sistema de dosagem escolhido foi dosagem do produto via hidrojato do tipo tubo de Venturi, possuindo uma polegada de diâmetro máximo, economizando-se assim o custo com bomba dosadora. Esse dispositivo, além de ser muito mais barato que uma bomba dosadora de diafragma, propicia gradientes de velocidade ideais para mistura do produto com a água a ser tratada, de forma semelhante à calha *Parshall* em uma ETA convencional.

Utilizou-se o tanino catiônico como agente coagulante/floculante do efluente a ser tratado. O produto utilizado foi o Tanfloc SG. Além dos melhores resultados em *Jartest*, levando em consideração melhor remoção de cor, turbidez, da menor redução de pH e da menor dosagem, o tanino catiônico é de origem vegetal, biodegradável, possui ação quelante em metais, reduz os surfactantes e gera menos resíduos, o que trará menos impacto ao meio ambiente (SILVA, 1999; CRUZ, 2004; MANGRICH et al, 2014).

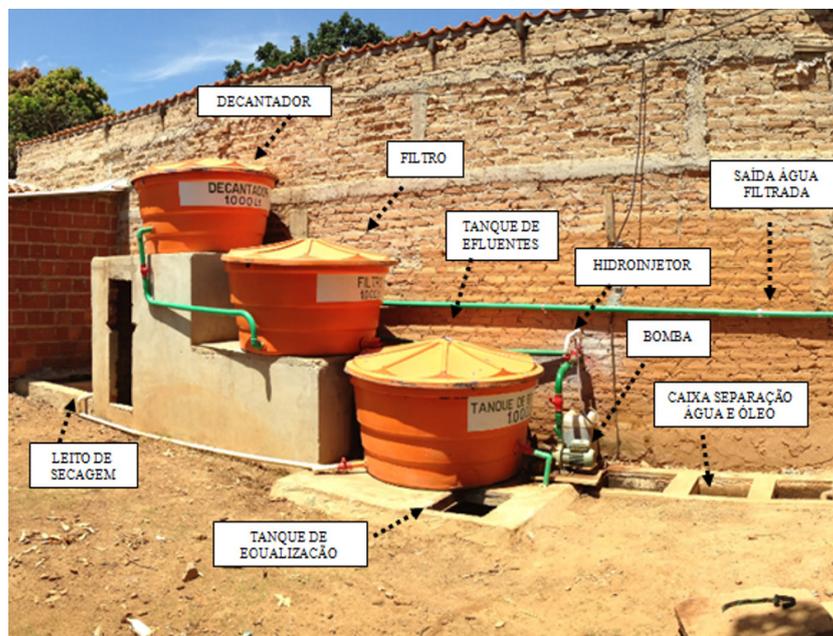


Figura 2: O sistema de tratamento adotado.

Como sistema de decantação, foi utilizado um tanque de polietileno de 1.000 litros para funcionar com decantador de fluxo vertical a taxa de $16,53 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$, valor muito menor daqueles observados em decantadores de ETAs convencionais. No sistema de tratamento proposto, é possível realizar tratamento em fluxo contínuo ou em batelada, a depender da necessidade momentânea de água.

O sistema de filtração adotado foi filtração ascendente em leito de areia e camada suporte de brita de 0,5 a 1,5 polegadas de tamanho. Esses materiais foram dispostos em um tanque de polietileno de 1.000 litros de capacidade. A camada suporte teve espessura de 15 cm, passando cerca de 10 cm a altura da espinha de peixe, esta de PVC, formada por tubo principal de 40 mm de diâmetro e tubos laterais de 20 mm compostos por diversos furos de 3 mm de diâmetro. A espessura do leito adotada foi de 40 cm.

Para obtenção de boa eficiência no processo, a taxa de filtração foi definida em $16,53 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$, o que proporcionou velocidade ascensional de filtração de 1,2 cm/minuto, 86% menor que os valores mínimos apresentados por estes autores para filtração direta ascendente em água para abastecimento público. Essa taxa adotada é menor do que a taxa mínima de $25 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ recomendada para decantadores e próxima da taxa recomendada para filtros lentos (NBR12.216/1992)

O reservatório de reúso foi construído em alvenaria com capacidade para 2.000 litros. A desinfecção é realizada com hipoclorito de sódio, mantendo-se residual de cloro entre 0,5 e 1,5 mg/l.

Seguindo recomendação de MORELLI (2005), para manter a concentração de sais constante no sistema de reúso, ciclos indefinidos e não causar prejuízos para os veículos e ao tratamento, deverá haver a reintrodução constante de água potável ou de chuva. A reintrodução de água deverá exercer mais duas funções: completar o

nível do reservatório, pois parte da água é perdida por evaporação, por pulverização causada pela bomba-jato, por adsorção na superfície dos veículos e por infiltração no solo; e controlar a salinidade da água. Dessa forma, a cada ciclo de tratamento, é adicionada água potável ao efluente tratado, na proporção de 20% deste. Dessa forma, a perda de efluente tratado e a reintrodução de mesmo volume de água potável são partes essenciais do sistema de tratamento aqui utilizado.

Neste projeto escolheu-se o hipoclorito de sódio por ser barato e fácil de ser encontrado no comércio local. O monitoramento deste parâmetro, assim como o pH é realizado diariamente através da utilização de kit teste. A etapa de desinfecção é importante para evitar o crescimento microbiano e odores desagradáveis, situação que coloca em risco o trabalhador e pode prejudicar todo o sistema de reúso, uma vez que periodicamente deverá ser descartada a água devido ao mau cheiro gerado. Outra observação a considerar é que a desinfecção ajuda a eliminar outras substâncias presentes na água, a exemplo de matéria orgânica. Para evitar esses problemas, deve-se realizar a desinfecção da água de reúso com algum agente clorado e manter um residual de 1,5 mg/l, conforme determina a NBR 13.969 (1997).

6 | ANÁLISE OPERACIONAL

A água bruta apresentou cor aparente e turbidez elevadas, maiores que 300 unidades para cada parâmetro, conforme Tabela 1.

TIPO DE ÁGUA	COR APARENTE (uH)	TURBIDEZ (NTU)	pH	CONDUTIVIDADE (μ Siemens/cm)
Efluente	150 a 600	100 a 550	6,5 a 7,8	150 a 1.000
Água potável	5,0	1,0	7,38	80
Efluente tratado	20 a 80	< 10,0	6,5 a 7,5	150 a 1.000

Tabela 1: Características do efluente, água potável e efluente tratado no empreendimento.

Após os ajustes necessários para operação do sistema, o efluente tratado apresentou valores de cor aparente entre 20 a 80 uH; turbidez menor do que 10,0 NTU; pH entre 6,5 e 7,5; residual de cloro variando entre 1,0 e 1,5 mg/l; não apresentou odores desagradáveis; e condutividade mantida no máximo a 1.000 μ Siemens/cm, o que possibilitou recirculação contínua da água (Tabela 1). Valores estes considerados em conformidade para água de reúso, segundo a NBR 13.969/1997. O percentual de remoção de cor aparente e turbidez foi maior do que 90% em relação ao efluente no início do processo. A Figura 03 mostra o efeito clarificante do tanino catiônico aplicado na dosagem certa no efluente. Esta é uma reação que ocorre em poucos minutos.



Figura 3: Efeito do coagulante no efluente.

O sistema proposto é capaz de reduzir em até 80% do consumo de água potável, mas depende do interesse do empreendedor, pois o valor pago na conta de água é constante e igual a R\$ 34,00 até 6 m³ (desde 2017) da água consumida e chegando até R\$ 38,36 até 10 m³ (pequenos comércios). Essa situação não o tem motivado a reduzir ainda mais o consumo de água potável, pois observam-se muitas perdas principalmente por infiltração no solo e por pulverização causada pela bomba-jato. Para obtenção de maior eficiência no sistema de reaproveitamento de água, o empreendedor deverá investir também no melhoramento de estruturas internas de forma a reduzir essas perdas de água.

A carreira de filtração do sistema depende da forma de tratamento adotada. Se o tratamento ocorrer de forma contínua, ou seja, sem interrupções no bombeamento da água, a carreira média de filtração ocorrerá a cada 6,5 m³ de efluente tratado. Se o tratamento ocorrer por batelada, com interrupção de uma hora no bombeamento após encher o tanque de decantação, a carreira média passará para 20,5 m³ de efluente tratado.

Para as operações de lavagens do filtro, é utilizada a mesma bomba de 1,0 CV do sistema, sendo utilizada a água do tanque de equalização para limpeza do filtro. Com esta bomba, somente foi possível atingir vazão máxima de 15m³/hora, proporcionando taxa ascensional de lavagem dos filtros de 0,17 metro/minuto, valor muito abaixo do necessário para limpeza do leito filtrante para uma lavagem efetiva, que seria de 0,60 metro/minuto (NBR12.216/1992). Esta taxa ascensional poderia ser conseguida através da construção de um reservatório elevado ou uma bomba de vazão maior que 52 m³/hora, ou mesmo a utilização de um soprador, mas sairia muito oneroso para a proposta adotada neste trabalho. De forma a ajudar na lavagem, utiliza-se água pressurizada, proporcionada pelo compressor de lava-jato, direcionada por cima do

leito filtrante.

As operações de descargas do decantador e do filtro estão sendo realizadas a cada 2 m³ tratados. Os efluentes oriundos dessas descargas e da lavagem de filtro são recolhidos em outro tanque de polietileno de 1.000 litros, no qual ocorre a separação do lodo por decantação e retorno do sobrenadante para o tanque de equalização. Para acelerar o processo, é utilizado nesta etapa o polímero não iônico poliacrilamida a 1,0 mg/L.

Os tanques de separação de água e óleo estão servindo também para remover partículas maiores de areia, além do óleo, funcionando como um pré-tratamento do efluente. Os resíduos oleosos são acondicionados em bombonas plásticas para posterior envio para empresas especializadas na reciclagem destes resíduos.

A maior parte água de descarga e lavagem de filtro é reaproveitada retornando para o tanque de equalização. Apenas o lodo é removido, conforme mostra a figura 04, sendo este encaminhado para desidratação em leito de secagem. O lodo desidratado é encaminhado para o aterro municipal de Irecê. A perda de água com esses processos de tratamento é menor do que 1%.



Figura 4: Água antes e depois do processo e o leito de secagem para desidratação do efluente.

7 | ANÁLISE ECONÔMICA

A empresa de abastecimento de água potável, Embasa, cobra de pequenos estabelecimentos comerciais a taxa fixa de R\$ 34,00 para consumo de até 6 m³ (desde 2016), o valor de R\$ 1,09 na faixa de 7 a 10 m³ e o valor de R\$ 17,47/m³ na faixa de consumo entre 11 e 50 m³. Em locais onde existe sistema de esgotamento sanitário, este valor pago é 80% maior, incidindo no valor total da conta de água, devido à tarifa de esgoto. No empreendimento em questão não ocorre esta cobrança, pois ainda não existe a cobertura de esgotamento sanitário.

ITEM	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	QUANTIDADE (UND.)	PREÇO FINAL (R\$)
Bomba elétrica monofásica 1 CV 220V	550,00	1	550,00
Conexões hidráulicas da bomba	50,00	1	50,00
Tanque de polietileno de 1.000 L	349,90	2*	699,80
Taque de separação água e óleo 300 L construído em alvenaria	200,00	1	200,00
Tanque de Equalização de 3.500 litros construído em alvenaria e com tampa de concreto	750,00	1	750,00
Tanque para reservatório de água de reúso de 2.000 litros construído em alvenaria e com tampa de concreto *	500	1	*
Base de alvenaria para tanques de polietileno	300,00	1	300,00
Conexões hidráulicas	350,00	1	350,00
Areia e pedras para filtro	250,00	1	**
Leito de secagem construído em tanque de alvenaria	50,00	1	50,00
Montagem das tubulações e conexões	150,00	1	150,00
Kit para análise de pH e Cloro residual	45,00	1	45,00
TOTAL			3.144,80

Tabela 2: Custos para construção e instalação.

* Aproveitamento de materiais e/ou estrutura existente.

** Material doado pela EMBASA

O projeto piloto construído no “Lava-jato Topa-Tudo” teve custo de implantação de R\$ 3.144,80, pois se conseguiu aproveitar alguns materiais e estruturas existentes no empreendimento (Tabela 2). A capacidade de tratamento do sistema é de até 2.000 litros por hora e economia de 80% no consumo de água. Entretanto, o percentual de redução no consumo de água observado foi de 50%, sendo adotado esse valor como modelo.

ITEM	VALOR UNITÁRIO (R\$/M³)	QUANTIDADE (M³)	VALOR (R\$)
Custo com produtos químicos para tratamento e reúso de 20 m³ / mês – coagulante + hipoclorito	0,95	20	19,00

Custo com energia elétrica bomba 1,0 cv. 1,0 hora por m ³ . Total 14,71 KWH /20 m ³	0,67	20	13,4
TOTAL	1,62	20	32,4

Tabela 3: Custo fixo mensal em produtos químicos e energia elétrica para tratamento e reúso.

O custo por m³ do sistema de tratamento proposto sai a R\$ 1,62, valor muito menor daquele cobrado pela Embasa, mesmo na menor faixa que é de R\$ 5,67 (até 6 m³). Na faixa de entre 11 e 50 m³, faixa que se enquadraria o lavajato estudado, o valor é de R\$ 17,47/m³.

O percentual de economia é diretamente proporcional à quantidade de água utilizada no empreendimento. À medida que a demanda por água potável for aumentando, situação normalmente esperada nestes empreendimentos, o percentual de economia irá aumentar também, reduzindo assim o tempo de retorno do investimento.

Vale ressaltar que no bairro do empreendimento ainda não é cobrada a tarifa de esgotamento sanitário, a qual aumentará a conta de água em cerca de 80%, situação prevista para acontecer nos próximos três anos, segundo a EMBASA. Levando-se em consideração este valor, a economia seria muito maior, o que acarretaria na diminuição no tempo de retorno do investimento.

8 | CONCLUSÕES

As tecnologias de tratamento adotadas, como a caixa de separação de água e óleo, coagulação/floculação química, filtração ascendente e reaproveitamento de águas de lavagens e descargas de filtros se mostraram eficientes no processo de tratamento e clarificação do efluente, no que se refere a parâmetros como cor aparente, turbidez e pH, oferecendo redução no consumo de água potável e redução no custo na conta de água.

A redução no consumo de água foi menor do que esperado, devido principalmente às perdas físicas existentes no empreendimento e a falta de interesse do empreendedor em reduzir o consumo em menos de 10 m³, pois até esta quantidade o valor pago é menor que R\$ 40,00.

O investimento inicial do projeto foi de R\$ 3.144,80, valor razoável para pequenos empreendimentos, mas é capaz de oferecer economia significativa no custo com a água, em função do consumo e as tarifas cobradas pela concessionária de abastecimento de água potável.

O sistema de tratamento e reúso aqui proposto é de baixo impacto ambiental, pois os resíduos sólidos e oleosos serão devidamente tratados e encaminhados para destinação adequada e a perda de água com o processo de tratamento é menor que 1 % do volume tratado.

Outra questão a considerar é a utilização de coagulante de origem vegetal, não

acarretando em adição de sais metálicos nos efluentes.

Neste sistema, sempre haverá descarte de água no ambiente, e este é feito com o propósito de controlar a salinidade. Entretanto, devido às perdas, esse volume não é diretamente descartado e parte se perde na área do próprio estabelecimento.

Considerando os benefícios ambientais e econômicos do sistema de tratamento e reúso mencionados neste trabalho, o empreendedor poderá agregar mais valor ao seu serviço usando o projeto como estratégia de marketing ecológico, estratégia que muitas empresas vêm utilizando na atualidade para ganhar mercado e vencer a concorrência, aumentando assim a clientela, em um mercado cada vez mais competitivo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992. NBR 12.216. Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA, 1997. NBR 13.969: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro – RJ, ABNT.

CRUZ, J. G. H. 2004. Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino do tratamento do efluente de uma lavanderia industrial. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia.

FONSECA, A. F. 2001. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características química do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R. 2014. Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de *Acacia mearnsii*. Revista Virtual de Química. 2014, 6(1), 2-15.

MORELLI, E. B. 2005. Reúso da água na lavagem de veículos. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SILVA, S. S. T. 1999. Estudo da tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, São Paulo. Escola Nacional de Saúde Pública. 87p.

TOSETTO, M. S. 2005. Tratamento terciário de esgotamento sanitário para fins de reúso urbano. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Campinas.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-252-4

