



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia
Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 2

Atena
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária:
Interfaces do Conhecimento 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento 2 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-694-2 DOI 10.22533/at.ed.942190910 1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 628.362
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 31 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, o setor de saneamento.

A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se no saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos.

Estas interfaces, como linhas integradas prioritárias de pesquisa, relacionam-se ao desenvolvimento e a inovação, seja de caráter científico e tecnológico, entre as áreas de recursos hídricos, saneamento, meio ambiente e saúde pública.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia ambiental e sanitária, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas interfaces do conhecimento da engenharia ambiental e sanitária. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO: EXPERIÊNCIAS E COMPREENSÕES PARA SEU ACOMPANHAMENTO E ATUALIZAÇÃO	
Marcelo Seleme Matias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909101	
CAPÍTULO 2	17
AS CARAVANAS DE SANEAMENTO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: FORMA DE DIÁLOGO DE SABERES E DE CAPACITAÇÃO PARA O PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO	
Luiz Roberto Santos Moraes	
Luciana Espinheira da Costa Khoury	
Ilka Vlaida Almeida Valadão	
DOI 10.22533/at.ed.9421909102	
CAPÍTULO 3	29
AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO EM BELÉM DO PARÁ	
Giovanni Chaves Penner	
Laércio dos Santos Rosa Junior	
Ana Gabriela Santos Dias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909103	
CAPÍTULO 4	37
ESTIMATIVA DE POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Maurício Marchand Krüger	
Cláudio Marchand Krüger	
Rodrigo Pinheiro Pacheco	
Marcos Cesar Santos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9421909104	
CAPÍTULO 5	51
ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS E REGULATÓRIAS PARA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ester Feche Guimarães	
Marcel Costa Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.9421909105	
CAPÍTULO 6	61
PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS: DO CONCEITO À PRÁTICA, UMA ÊNFASE NO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DA BAHIA	
Renavan Andrade Sobrinho	
Abelardo de Oliveira Filho	
Cristiane Sandes Tosta	
DOI 10.22533/at.ed.9421909106	

CAPÍTULO 7	74
ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	
Maria Cristina Scarpari Juliana Ninov Márcia Antonia Bartolomeu Agustini Fabio Orssatto	
DOI 10.22533/at.ed.9421909107	
CAPÍTULO 8	92
CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CLARIFICADA PROVENIENTE DO TRATAMENTO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO DE ÁGUA EM CICLO COMPLETO	
Isadora Alves Lovo Ismail Angela Di Bernardo Dantas Luiz Di Bernardo Cristina Filomêna Pereira Rosa Paschoalato Mateus Ancheschi Roveda Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.9421909108	
CAPÍTULO 9	105
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO VISANDO REÚSO	
Nathalia Oliveira dos Santos Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.9421909109	
CAPÍTULO 10	118
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DO MAR AO SISTEMA DE OSMOSE INVERSA EM USINAS TERMELÉTRICAS	
Luciano Dias Xavier Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.94219091010	
CAPÍTULO 11	131
QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE LAGOAS DO NORTE, TERESINA-PI	
Rafael Diego Barbosa Soares Carlos Ernando da Silva Ronne Wesley Lopes da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.94219091011	
CAPÍTULO 12	141
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTO AMARO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Herbert Torres Gilson Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.94219091012	

CAPÍTULO 13	156
CONTROLE DE ENCHENTES E A ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA EM BLUMENAU, SC, BRASIL	
Raphael Franco do Amaral Tafner Roberto Righi	
DOI 10.22533/at.ed.94219091013	
CAPÍTULO 14	168
APLICAÇÃO DE TETO JARDIM RESIDENCIAL NA REDUÇÃO DE ALAGAMENTO URBANO	
Raquel da Silva Pinto Camila de Fátima Lustosa Gabriele Sabbadine André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena Luciane de Souza Oliveira Valentim	
DOI 10.22533/at.ed.94219091014	
CAPÍTULO 15	180
DESENVOLVIMENTO DE GEOPOLÍMEROS COM A INCORPORAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA	
Matheus Rossetto Luciano Senff Simone Malutta Rubia Lana Britenbach Meert Bruno Borges Gentil	
DOI 10.22533/at.ed.94219091015	
CAPÍTULO 16	194
BENCHMARKING DE DESEMPENHO ENTRE OPERADORAS DE ÁGUA E ESGOTO EM NÍVEL DE BACIA HIDROGRÁFICA	
Tiago Balieiro Cetrulo Aline Doria de Santi Rui Domingos Ribeiro da Cunha Marques Tadeu Fabrício Malheiros Natália Molina Cetrulo	
DOI 10.22533/at.ed.94219091016	
CAPÍTULO 17	203
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM EFLUENTES SIMULADOS DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	
Micheli Tutumi de Araujo Alexandre Saron	
DOI 10.22533/at.ed.94219091017	
CAPÍTULO 18	218
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA COMO ÁGUA DE AMASSAMENTO PARA CONCRETO	
André Schramm Brandão Ênio Pontes de Deus Antônio Eduardo Bezerra Cabral Wyoskynaria Mihaly Maia da Silva Francisco Altanízio Batista de Castro Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091018	

CAPÍTULO 19	231
APLICAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO DCCR NA REMOÇÃO DE CORANTES EM EFLUENTE TÊXTIL POR PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO	
Fabíola Tomassoni Elisângela Edila Schneider Cristiane Lisboa Giroletti Maria Eliza Nagel-Hassemer Flávio Rubens Lapolli	
DOI 10.22533/at.ed.94219091019	
CAPÍTULO 20	244
DESAGUAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO UTILIZANDO ESTUFA AGRÍCOLA SOBRE LEITOS DE SECAGEM	
Juliana Guasti Lozer Ricardo Franci Gonçalves Vinícius Mattos Fabris	
DOI 10.22533/at.ed.94219091020	
CAPÍTULO 21	254
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO DE CADASTRAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS PELA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	
Renato Ribeiro Siman Hugo de Oliveira Fagundes Larissa Pereira Miranda Luciana Harue Yamane	
DOI 10.22533/at.ed.94219091021	
CAPÍTULO 22	267
ENZIMAS LIGNINOLÍTICAS DE <i>Trametes sp.</i> NA REMEDIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS GERADOS DURANTE TRATAMENTO DE EFLUENTE KRAFT EM LAGOAS AERADAS FACULTATIVAS	
Eliane Perreira Machado Gustavo Henrique Couto Aline Cristine Hermann Bonato Camila Peitz Claudia Regina Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.94219091022	
CAPÍTULO 23	276
ESTUDO COMPARATIVO DA SECAGEM NATURAL DE LODOS DE ETEs SUBMETIDOS AO PROCESSO DE CENTRIFUGAÇÃO	
Sara Rachel Orsi Moretto Walmor Cardoso Godoi Sebastião Ribeiro Junior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091023	

CAPÍTULO 24	287
ESTUDO DA AÇÃO DE CONSÓRCIOS MICROBIANOS NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS	
<p>Viviane Nascimento da Silva e Sá Fabiana Valéria da Fonseca Leila Yone Reznik Tito Lívio Moitinho Alves</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091024	
CAPÍTULO 25	300
ESTUDO DO ACÚMULO DE NITRITO EM REATOR SEQUENCIAL EM BATELADA VISANDO A REMOÇÃO DE NITROGÊNIO PELA VIA CURTA	
<p>Ajadir Fazolo Alisson Luiz Boeing Kátia Valéria Marques Cardoso Prates Paulo Henrique Mazieiro Pohlmann Rafael Coelho Ciciliato Rafaella Oliveira Baracho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091025	
CAPÍTULO 26	311
GESTÃO DE MICROPOLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS: O CASO DO RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ	
<p>Demian da Silveira Barcellos Harry Alberto Bollmann</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091026	
CAPÍTULO 27	330
II-032 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO AGROPECUÁRIO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMBASA, SITUADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO	
<p>Evanildo Pereira de Lima Helder Guimarães Aragão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091027	
CAPÍTULO 28	339
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
<p>Juliana Guasti Lozer Victor Correia Faustini Cinthia Gabriela de Freitas Ribeiro Vieira Reis Nadja Lima Gorza Renata Maia das Flores</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091028	
CAPÍTULO 29	351
O REÚSO DA ÁGUA DE EFLUENTE NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAPUAVA – SÃO PAULO	
<p>Sâmia Rafaela Maracaípe Lima Eduardo Ueslei de Souza Siqueira Layse de Oliveira Portéglio Mainara Generoso Faustino</p>	
DOI 10.22533/at.ed.94219091029	

CAPÍTULO 30	363
PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROALGAL EM EFLUENTE SUCROALCOOLEIRO CLARIFICADO POR COAGULAÇÃO ELETROQUÍMICA	
Mauricio Daniel Montaña Saavedra Viktor Oswaldo Cárdenas Concha Reinaldo Gaspar Bastos	
DOI 10.22533/at.ed.94219091030	
CAPÍTULO 31	379
USO DE ESGOTOS TRATADOS NO NORDESTE DO BRASIL: POTENCIAIS E DESAFIOS	
Rafaela Ribeiro de Oliveira Yldeney Silva Domingos Luara Musse de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.94219091031	
SOBRE O ORGANIZADOR	391
ÍNDICE REMISSIVO	392

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM EFLUENTES SIMULADOS DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Micheli Tutumi de Araujo

Centro Universitário Senac – Santo Amaro
São Paulo – SP

Alexandre Saron

Centro Universitário Senac – Santo Amaro
São Paulo – SP

RESUMO: Os efluentes gerados pela indústria de laticínios nas etapas de processamento do leite são caracterizados por níveis altos de matéria orgânica. Se não lançados corretamente nas águas de superfície, esses efluentes alteram a qualidade desse recurso de modo a torna-lo prejudicial aos seres vivos. Considerando o alto teor de matéria orgânica dos efluentes da indústria de laticínios, este projeto teve como objetivo analisar a degradação de matéria orgânica em amostras de efluentes simulados da indústria de laticínios. Para isso, o trabalho contou com análises de pH, $DBO_{5,20}$, turbidez, condutividade e sólidos totais de amostras com diferentes concentrações. Também foram realizadas análises de DBO remanescente e DBO exercida durante 20 dias para verificar a variação temporal da demanda bioquímica de oxigênio. Além disso, foram calculados os coeficientes de desoxigenação (K_1) dos efluentes simulados, importante parâmetro para que se conheça a taxa de degradação de matéria orgânica e a intensidade do impacto que

pode ser ocasionado pelo lançamento desse efluente. Com o projeto, pode-se verificar a influência da concentração sobre os parâmetros analisados.

PALAVRAS-CHAVE: indústria de laticínios; matéria orgânica; demanda bioquímica de oxigênio; coeficiente de desoxigenação.

ANALYSIS OF DEGRADATION OF ORGANIC MATTER IN DAIRY INDUSTRY SIMULATED WASTEWATER

ABSTRACT: Dairy industry wastewaters come from steps of milk processing and they are characterized by high levels of organic material. When not released correctly in surface water, these wastewaters change the water quality and consequently water can become prejudicial to live beings. For this reason, releasing wastewaters must be in accordance with the current law. Considering high levels of organic material characteristic of dairy industry wastewaters, this project aimed to analyze organic material degradation in specimen of these wastewaters. To achieve this, the student analyzed pH, $BOD_{5,20}$, turbidity, conductivity and total solids of simulated wastewater at different concentrations. Furthermore, the student analyzed residual BOD and exerted BOD during 20 days to verify temporal variation of biological

oxygen demand, and calculated the deoxygenation tax (K_1) of simulated wastewater, important parameter to know the impact caused by release of the wastewater. The project also provided an observation about the influence of wastewater concentrations on its analyzed parameters.

KEYWORDS: dairy industry; organic material; biochemical oxygen demand; deoxygenation tax.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de laticínios produz diversos alimentos consumidos no mundo inteiro, como manteiga, queijo, iogurte e leite. Uma das principais características da indústria de laticínios é a geração de volumes elevados de efluentes devido ao consumo alto de água característico dessa atividade (VOURCH et al., 2008). Esses efluentes gerados contêm altas quantidades de gordura, caseína, lactose e sais inorgânicos, além de substâncias detergentes e demais produtos de limpeza utilizados na lavagem (SINGH; SINGH; IMAM, 2014). De acordo com os autores, a presença de tais compostos contribui consideravelmente para altos valores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Uma projeção para 2024 publicada em 2015 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em parceria com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) apresenta um aumento na demanda interna de produtos lácteos no Brasil, que deve acompanhar o crescimento populacional do país. Como apresentado no Gráfico 1, essa demanda deve aumentar para cerca de 9 kg/pessoa/ano em 2024.

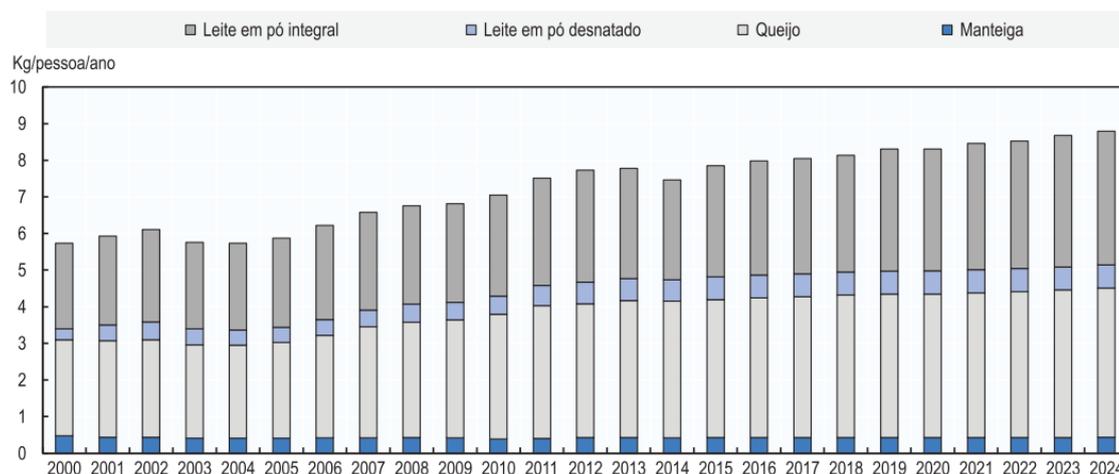


Gráfico 1 - Consumo per capita de produtos lácteos no Brasil.

Fonte: OCDE-FAO, 2015.

Singh, Singh e Imam (2014) também afirmam que a vazão total de efluentes da indústria de laticínios varia em média de 2,5 a 3,0 L/L de leite processado,

sendo que é gerado um efluente em cada etapa do processamento do leite. As principais operações que geram efluentes na indústria de laticínios são limpeza e/ou higienização do empreendimento, descartes, descargas, vazamentos e/ou derramamentos (MACHADO et al., 2002 apud TEIXEIRA, 2011). A descrição da origem dos efluentes nessas operações é apresentada no Quadro 1.

FASE/OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO
Limpeza e/ou higienização do empreendimento	Retirada de impurezas presentes em latões de leite; tanques; tubulações de leite; mangueiras de soro; bombas e utensílios utilizados na produção. Lavagem de pisos e paredes; operações de limpeza na linha de produção.
Descartes e/ou descargas	Descarte do soro, leite e leite ácido nas tubulações; descarte de finos provenientes da fabricação de queijos; descarte de produtos provenientes da operação de empacotamentos perdidos durante o procedimento, produtos retornados a indústria.
Vazamentos e/ou derramamentos	Vazamento de leite nas tubulações e equipamentos devido a operações inadequadas; transbordamento de tanques; negligência durante as operações que possam ocasionar perdas e causar derramamentos em diversos locais.

Quadro 1 – Origem dos efluentes gerados na indústria de laticínios.

Fonte: MACHADO et al., 2002 apud TEIXEIRA, 2011.

Devido a características químicas do leite, os efluentes da indústria de laticínios apresentam alta carga orgânica e, quando lançados em corpos hídricos, alteram a qualidade desse recurso. Para que o impacto causado não torne a água nociva, imprópria ou ofensiva à saúde, o lançamento de efluentes no Estado de São Paulo deve seguir parâmetros estabelecidos no Decreto Estadual 8.468/76. No Art. 18, são apresentadas as condições necessárias para que os efluentes sejam “[...] lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água [...]”. Por outro lado, para que os efluentes sejam “[...] lançados em sistema de esgotos, provido de tratamento com capacidade e de tipo adequados [...]”, os parâmetros devem estar de acordo com os valores estabelecidos no Art. 19-A.

Assim, considerando o contexto apresentado, a pesquisa teve como objetivo analisar a degradação de matéria orgânica em simulações de efluentes da indústria de laticínios. Os efluentes simulados passaram por análises de pH, turbidez, sólidos totais, condutividade e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), parâmetros com diferentes significados ambientais e sanitários, que afetam a vida aquática. Além das análises mencionadas, também foi calculado o coeficiente de desoxigenação (K_1) dos efluentes, permitindo, assim, uma análise da degradação de matéria orgânica. Para fundamentação e melhor entendimento do projeto proposto, serão apresentados os conceitos dos parâmetros abordados no desenvolvimento do trabalho.

1.1 Revisão Bibliográfica

O potencial hidrogeniônico (pH) corresponde a uma relação numérica que expressa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- , podendo variar de 0 a 14 (DERISIO, 2012). Os meios com pH de valor 7,0 são considerados neutros e sua concentração de íons H^+ é igual à concentração de íons OH^- . Quando o pH é menor do que 7, o meio é dito ácido e há o predomínio de íons H^+ , enquanto o meio com pH maior do que 7 é chamado de básico e nele predominam íons OH^- (SINGH; SINGH; IMAM, 2014). As maiores alterações no valor do pH de corpos d'água são provocadas por despejos de origem industrial (DERISIO, 2012).

Outros parâmetros abordados foram turbidez, sólidos totais e condutividade. A turbidez é caracterizada pela redução da transparência da água devido a materiais em suspensão (CHAGAS, 2015). Altos valores de turbidez ocasionam uma redução da fotossíntese realizada pela vegetação enraizada submersa e algas, afetando as comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2017).

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2017), na área do saneamento, sólidos presentes nas águas correspondem a “toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra” a determinados valores de temperatura e tempo. Assim, os sólidos presentes em recursos hídricos podem ser prejudiciais à vida aquática, uma vez que podem sedimentar no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificando os leitos de desova de peixes (CETESB, 2017).

Ainda de acordo com a CETESB, a condutividade expressa numericamente a capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica e representa uma medida indireta da concentração de poluentes, variando com as concentrações iônicas e a temperatura. De maneira geral, valores de condutividade acima de $100 \mu S/cm$ indicam “ambientes impactados” (CETESB, 2017).

Além desses parâmetros, também foi analisada a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) dos efluentes simulados durante 20 dias. De acordo com Braga et al. (2005), na presença de oxigênio dissolvido (OD) na água a matéria orgânica biodegradável lançada pelas indústrias é degradada por bactérias que consomem esse oxigênio. Os autores também afirmam que, se esse consumo for maior do que a capacidade do meio para repô-lo, o OD esgotará e muitos seres vivos que dependem dele para respirar não sobreviverão.

Os valores de DBO fornecem o consumo de oxigênio necessário para que bactérias aeróbias degradem a matéria orgânica presente em efluentes e águas de superfície. Assim, a análise da DBO de um meio é feita para quantificar a matéria orgânica biodegradável presente na água, medir o decréscimo dos teores de OD necessários para que as bactérias oxidem a matéria orgânica e conhecer o impacto causado pelo lançamento de efluentes em corpos d'água (MENESES, 2006). Por isso este parâmetro é importante para que se conheça o grau de poluição do meio.

O padrão utilizado na análise de DBO é um período de 5 dias a 20 °C (LEITE, 2004). Porém, a medição de DBO também pode ser realizada dia a dia durante determinado período e indicar tanto a matéria orgânica presente na amostra analisada (sendo chamada de DBO remanescente) como o consumo acumulado de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica, denominada DBO exercida, até o instante da medição (VON SPERLING, 1996). A progressão temporal da oxidação da matéria orgânica segundo análises de DBO exercida e DBO remanescente é apresentada no Gráfico 2.

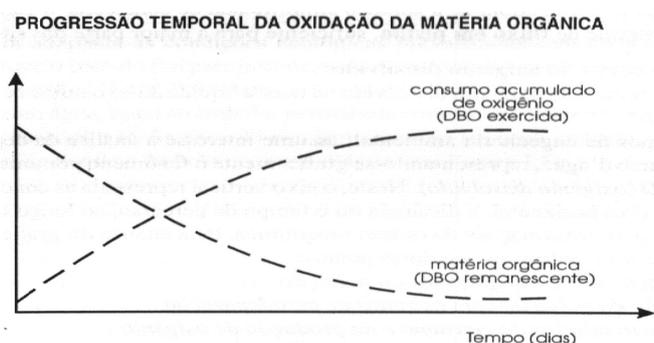


Gráfico 2 - Variação temporal de DBO exercida e DBO remanescente.

Fonte: Von Sperling, 1996.

De acordo com Von Sperling (1996), a matéria orgânica remanescente diminui com o passar do tempo, enquanto o consumo acumulado de oxigênio aumenta. Após determinado número de dias, a matéria orgânica fica praticamente toda estabilizada e o consumo de oxigênio, praticamente todo exercido.

Dessa forma, os valores de DBO obtidos durante 20 dias de análise permitem modelar a degradação de matéria orgânica da solução analisada. Essa modelagem, bem como de outros parâmetros, representa o comportamento de características de situações reais (como a capacidade de autodepuração de um corpo d'água), sendo, portanto, de extrema importância para avaliar os impactos causados por lançamentos de efluente e propor medidas de controle (ANDRADE, 2010). Nos processos de tratamento biológico de efluentes, uma das etapas envolve a desoxigenação e, por isso, o conhecimento da DBO última e da taxa de desoxigenação para o efluente em questão é essencial em projetos de estações de tratamento de efluentes (ETEs) biológico (ADEWUMI, OKE, BAMGBOYE, 2005).

De acordo com Braga et al. (2005), a poluição por matéria orgânica biodegradável pode ser analisada com a previsão do déficit de OD pelo Modelo de Streeter-Phelps, segundo o qual a decomposição de matéria orgânica no meio aquático acompanha uma relação de primeira ordem (Equação 1).

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 \cdot L \quad (1)$$

Sendo:

L = concentração de DBO remanescente (mg/L);

t = tempo (dia);

K_1 = coeficiente de desoxigenação (dia^{-1}), que depende do tipo de efluente.

O sinal negativo indica que a concentração de DBO reduz com o passar do tempo (BRAGA et al., 2005).

Integrando a Expressão 1 entre os limites de $L = L_0$ e $L = L_t$, e $t = 0$ e $t = t$, tem-se a Equação 2 (VON SPERLING, 1996):

$$L = L_0 \cdot e^{-K_1 \cdot t} \quad (2)$$

Sendo:

L = DBO remanescente em um tempo t qualquer (mg/L);

L_0 = DBO remanescente em (mg/L).

Segundo Von Sperling (1996), para obter a quantificação da DBO exercida em um tempo t, a Equação 2 pode ser escrita como:

$$y = L_0 \cdot (1 - e^{-K_1 \cdot t}) \quad (3)$$

Sendo:

y = DBO exercida em um tempo t (mg/L), tal que .

L_0 = DBO remanescente, em , ou DBO exercida (em $t = \infty$). Também denominada demanda última, uma vez que representa a DBO total (mg/L) ao final da estabilização.

Com os valores de DBO média durante 20 dias de análise, é possível calcular o coeficiente de desoxigenação (K_1) do efluente analisado. O coeficiente de desoxigenação de um efluente fornece o tempo necessário para que se atinja determinado valor de DBO, que indica o momento em que a matéria orgânica do meio é estabilizada. Assim, o K_1 influencia o consumo de OD (NUNES, 2008) e seu valor depende das características da matéria orgânica, da temperatura e da presença de substâncias inibidoras (VON SPERLING, 1996). Alguns valores médios de K_1 são apresentados na Tabela 1.

ORIGEM	K_1 (dia^{-1})
Água residuária concentrada	0,35 – 0,45
Água residuária de baixa concentração	0,30 – 0,40
Efluente primário	0,30 – 0,40
Efluente secundário	0,12 – 0,24

Rios com águas limpas	0,09 – 0,21
Água para abastecimento público	< 0,12

Tabela 1 - Valores típicos de K_1 (base e, 20 °C)

Fonte: Von Sperling, 1996.

O K_1 pode ser calculado pelo método dos mínimos quadrados apresentado pelos autores Metcalf & Eddy (2003) (Equações 4 e 5).

$$na + b\Sigma y - \Sigma y' = 0 \quad (4)$$

$$a\Sigma y + b\Sigma y^2 - \Sigma yy' = 0 \quad (5)$$

Sendo:

n = número de dados;

$b = -k_1$;

y = DBO (mg/L);

$$y' = \frac{dy}{dt} = \frac{y_{n+1} - y_{n-1}}{2\Delta t}$$

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento do projeto, foram realizados levantamento de dados secundários e simulações de efluentes da indústria de laticínios. Para simular esses efluentes, foi necessário acrescentar 10 mL, 20 mL e 30 mL de leite *in natura* em 1.000 mL de água cada. Assim, foram obtidos efluentes simulados com concentrações de 1% (v/v), 2% (v/v) e 3% (v/v), respectivamente.

Esses efluentes passaram por análises de pH, temperatura, turbidez, sólidos totais, condutividade e DBO no Laboratório de Química Ambiental do Centro Universitário Senac, seguindo os métodos preconizados no *22th Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* e na ABNT NBR 12614:1992. Para o cálculo do K_1 foi utilizado o método dos mínimos quadrados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na caracterização dos efluentes preparados e os respectivos valores encontrados na literatura são apresentados na Tabela 2.

Parâmetros	Efluentes simulados no projeto			Efluente bruto (SILVA <i>et al.</i> , 2016)	Efluente <i>in natura</i> (MESSIAS, 2015)
	1% (v/v)	2% (v/v)	3% (v/v)		
pH	7,5	7,5	7,5	12,49	5,0 – 11,0
Temperatura (°C)	19,5	22,2	13,5	27	-
DBO _{5,20} (mg/L)	533	985	1.407	1.780	1.800 – 2.300
Turbidez (NTU)	271	507	863	944	39,23 – 45,7
Sólidos totais (mg/L)	1.208	1.753	2.905	119.444	2.700 – 2.910
Condutividade (µS)	133,5	150,1	165,7	11,03	-

Tabela 2 - Caracterização dos efluentes preparados e respectivos valores na literatura.

Fonte: A autoria própria, 2018.

Os Gráficos 3, 4, 5 e 6 apresentam os valores dos parâmetros que apresentaram variação com as concentrações dos efluentes simulados.

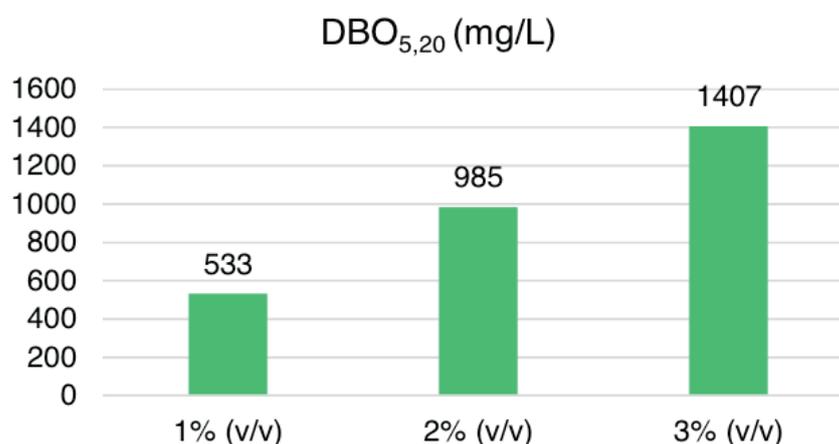


Gráfico 3 - Valores de DBO_{5,20} obtidos para os efluentes simulados no projeto.

Fonte: A autoria própria, 2018.

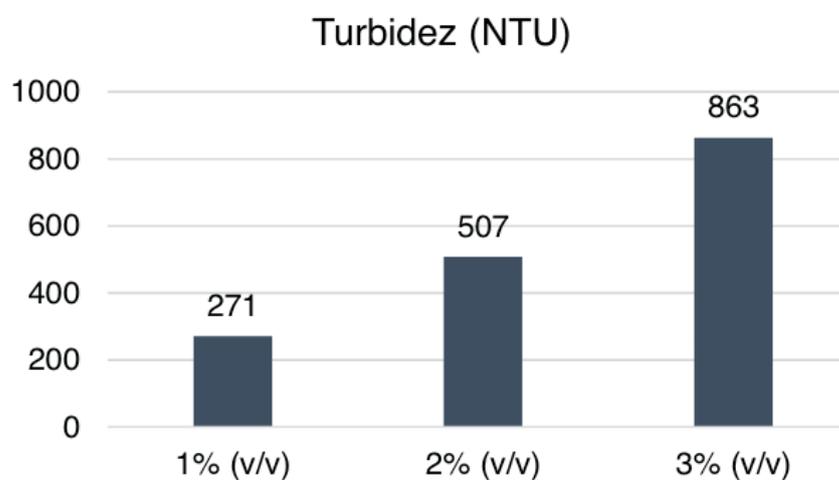


Gráfico 4 - Valores de turbidez obtidos para os efluentes simulados no projeto.

Fonte: A autoria própria, 2018.

Sólidos totais (mg/L)

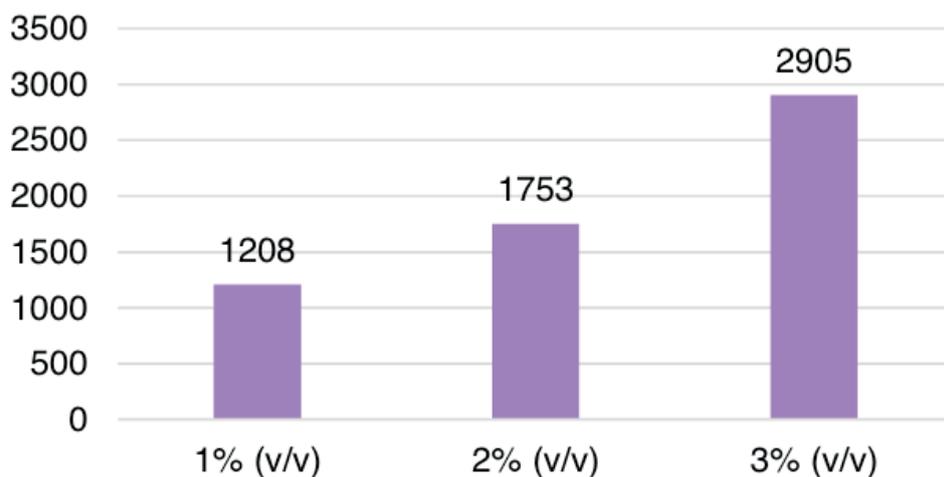


Gráfico 5 - Valores de sólidos totais obtidos para os efluentes simulados no projeto.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Condutividade (μS)

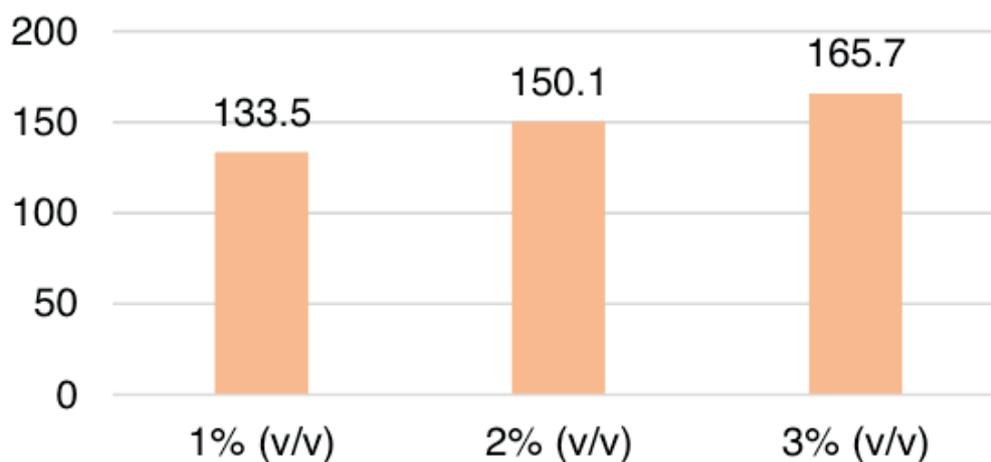


Gráfico 6 - Valores de condutividade obtidos para os efluentes simulados no projeto.

Fonte: Autoria própria, 2018.

A partir dos valores de DBO média obtidos durante os 20 dias de análise para os efluentes simulados, foi possível obter a variação temporal da DBO remanescente e DBO exercida para cada efluente (Gráficos 7, 8 e 9).

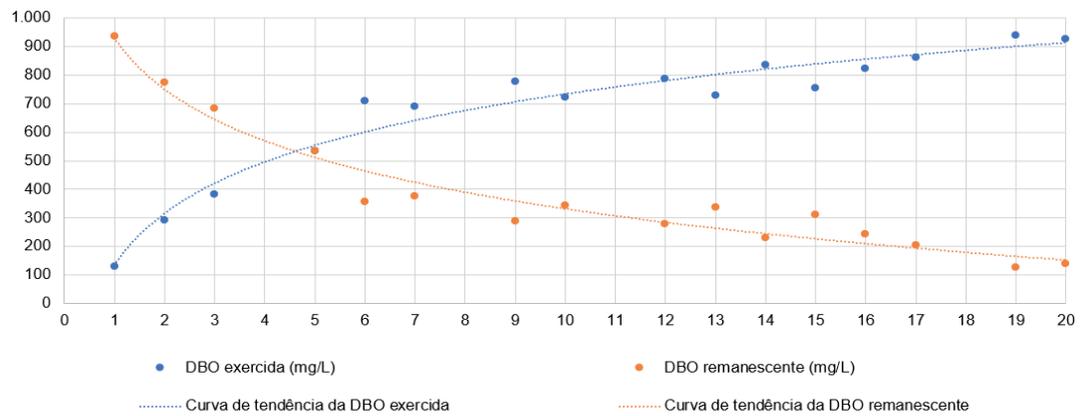


Gráfico 7 - Variação temporal da DBO exercida e DBO remanescente para o efluente simulado 1% (v/v).

Fonte: Autoria própria, 2018.

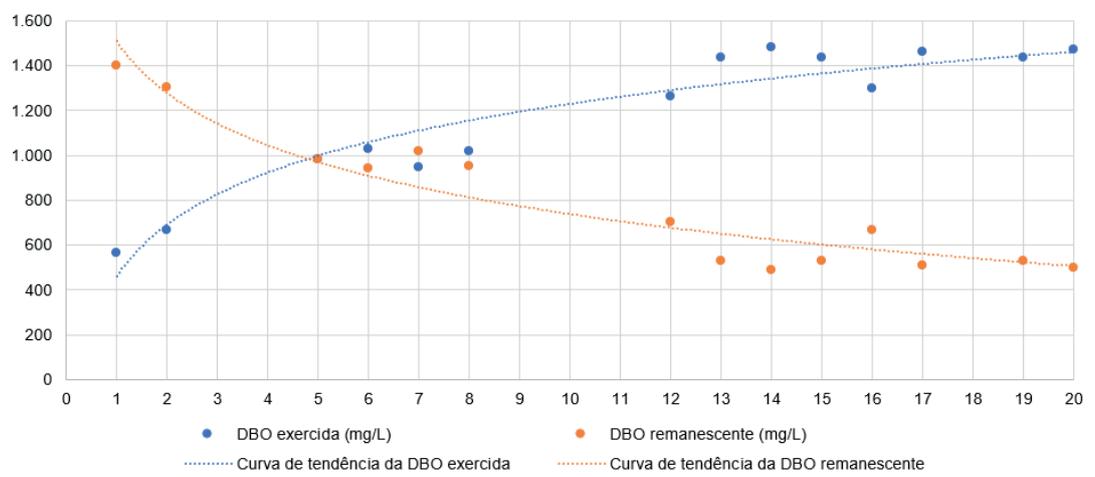


Gráfico 8 - Variação temporal da DBO exercida e DBO remanescente para o efluente simulado 2% (v/v).

Fonte: Autoria própria, 2018.

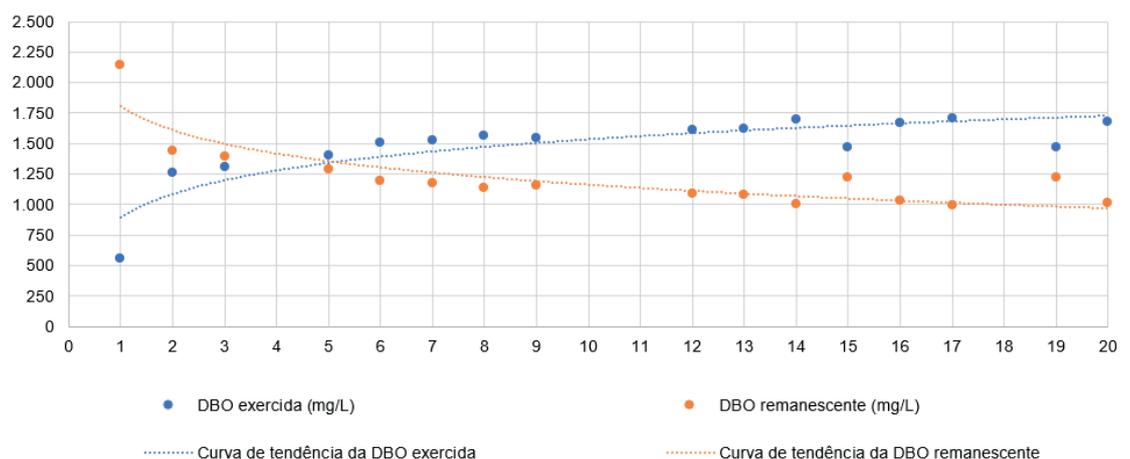


Gráfico 9 - Variação temporal da DBO exercida e DBO remanescente para o efluente simulado 3% (v/v).

Fonte: Autoria própria, 2018.

Com o método dos mínimos quadrados foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3 para os respectivos K_1 e L_0 dos efluentes simulados.

Parâmetros	Efluente 1% (v/v)	Efluente 2% (v/v)	Efluente 3% (v/v)
(dia ⁻¹)	0,18	0,20	0,50
(mg/L)	938	1.432	1.669

Tabela 3 – Coeficiente de desoxigenação e DBO última obtidos para os efluentes simulados.

Fonte: Autoria própria, 2018.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do projeto, foi possível alcançar o objetivo definido inicialmente. A diferença dos resultados obtidos na caracterização dos efluentes simulados com os respectivos valores encontrados na literatura pode ser explicada pelas diferentes concentrações e origens dos efluentes. Essa influência da concentração do efluente de laticínios sobre os parâmetros analisados é comprovada ao se observar os Gráficos 3, 4, 5 e 6 apresentados. Os valores de DBO_{5,20}, turbidez, sólidos totais e condutividade obtidos foram maiores nos efluentes simulados com maior concentração. Assim, efluentes de laticínio mais concentrados causariam impactos relativamente maiores ao meio ambiente, em relação a efluentes de laticínios com menor concentração.

Os valores de K₁ obtidos demonstram como a degradação da matéria orgânica nos efluentes estudados é afetada pela sua concentração, uma vez que o efluente 3% (v/v) apresentou o maior valor de K₁ e o efluente 1% (v/v) apresentou o menor valor de K₁. Portanto, pode-se afirmar que é de extrema importância a realização de estudos sobre o valor do K₁ de efluentes em projetos que os envolvam, como, por exemplo, modelagens matemáticas de autodepuração de corpos hídricos e projetos de ETEs. Com esses estudos, o valor do K₁ poderá ser o mais real possível, pois em um mesmo efluente, o valor do K₁ pode variar bastante de dados empíricos de literatura dependendo de sua concentração em matéria orgânica, o que poderá afetar nos resultados de modelagens matemáticas de autodepuração de corpos hídricos e projetos de ETEs.

REFERÊNCIAS

ADEWUMI, Ife K., OKE, Isaiah Adesola, BAMGBOYE, P. A. **Determination of the Deoxygenation Rates of a Residential Institution's Wastewater**. Journal of Applied Sciences, v. 5, n. 1, p. 108-112, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/46027528_Determination_of_the_Deoxygenation_Rates_of_a_Residential_Institutions_Wastewater>. Acesso em: 02 dez. 2018.

ANDRADE, Larice Nogueira de. **Autodepuração dos corpos d'água**. Revista da Biologia, v. 5, p. 16-19, dez. 2010.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental – 2ª ed.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2018/03/Appendice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

CHAGAS, Denize Sampaio. **Relação entre concentração de sólidos suspensos e turbidez da água medida com sensor de retroespalhamento óptico**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental** – 4ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

LEITE, Alfredo Estevão de Barros. **Simulação do lançamento de esgotos domésticos em rios usando um modelo de qualidade d'água, SisBAHIA®**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4619>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

MENESES, Carla Gracy Ribeiro Meneses. **Evolução da Biodegradabilidade da Matéria Orgânica em um Sistema de Lagoas de Estabilização**. 2006. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15938>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

MESSIAS, Raquel de Aquino. **Ozonização catalítica de efluente de laticínio em processo semi-batelada com reciclo**. 2015. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química, na área de Concentração: Processos catalíticos e biocatalíticos) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97137/tde-20092016-100635/pt-br.php>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

NUNES, Daniele Gonçalves. **Modelagem da Autodepuração e Qualidade da Água do Rio Turvo Sujo**. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/engenharia%20agricola/2008/211962f.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

OCDE. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. Disponível em: <<http://docente.ifsc.edu.br/odivar.marcos/MaterialDidatico/agroneg%C3%B3cio/Mercados%20Agricolas/FAO%20-%20Perspectivas%20Agricolas%202015-2024%20-%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

SÃO PAULO (ESTADO). **Decreto Nº 8.468, de 08 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/documentos/Dec8468.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

SILVA, Camila de Mello et al. **Pré-tratamento de efluente de laticínio visando a remoção da turbidez**. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2016, Campina Grande. Anais eletrônicos... Campina Grande: UFCG, 2016, p. 1-8. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/II-016.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SINGH, N. B.; SINGH, R.; IMAM, M. M. **Waste Water Management in Dairy Industry: Pollution Abatement and Preventive Attitudes**. International Journal of Science, Environment and Technology, Uttar Pradesh, 2 abr. 2014. Uttar Pradesh, p. 672-683. Disponível em: <<http://www.ijset.net/journal/295.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

TEIXEIRA, Carlos de Oliveira. **Efluentes de laticínios, enquadramento legal e a representação dos técnicos e gerentes**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/mestradoleite/files/2013/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o-final10.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** – 2ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

VOURCH, Mickael et al. **Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse**. Desalination, Amsterdam, 25 jan. 2008. Amsterdam, p. 190-202. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916407005747>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antrópica 131, 139, 161, 165
Acompanhamento 1, 2, 3, 6, 14, 15, 70, 133, 291, 294, 295, 335, 391
Adensamento por gravidade 92, 93, 94, 95, 99, 100, 103, 104
Água clarificada 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 102, 103, 127, 128, 129, 182
Água pluvial 168, 172, 176, 247
Água salina 118, 119
Águas subterrâneas 50, 74, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 140, 386, 390
Água subterrânea 37, 383, 384, 390
Alagamento 168, 169, 170, 176, 177, 178, 179
Análise ambiental 141
Análise envoltória de dados 194, 196

B

Belém do Pará 29, 30, 31
Benchmarking métrico 194, 196
Blumenau 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

C

Carbono orgânico total 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 365, 369, 370, 372, 373, 375
Coagulação 94, 98, 118, 119, 120, 121, 123, 127, 128, 129, 239, 363, 366, 369, 371, 372
Coliformes 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 90, 131, 135, 136, 138, 139, 246, 252, 288
Contaminação 55, 74, 75, 76, 81, 83, 84, 87, 89, 111, 232, 333, 334, 359
Crise hídrica 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60

D

Desaguamento por centrifugação 92, 93, 94, 96, 100, 101, 102, 103, 104
Disponibilidade hídrica subterrânea 37, 39, 46, 48

E

Eficiência de operadoras 194
Enchentes 141, 146, 147, 150, 151, 152, 156, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 179

F

Floculação 94, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 127, 128, 129

G

Geopolímero 180, 181, 183, 192

Geoprocessamento 141, 143, 153, 259, 261, 266, 330, 331

Gestão da demanda 51, 52, 56

Gestão da oferta 51, 52, 55, 56

J

Jica 156, 163, 164, 165, 167

L

Lodo de ETA 180, 192, 193

M

Microfiltração 118, 120, 122, 127, 128, 129

O

Obras de saneamento 25, 29

Osmose inversa 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 129

P

Parcerias público-privadas 61, 62, 65, 71, 72, 73

Parque Lagoas do Norte 131, 132, 134

Planejamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 52, 53, 64, 73, 117, 133, 141, 143, 152, 154, 166, 167, 195, 236, 241, 256, 302, 303, 305, 310, 355, 356, 361, 391

Planejamento regional 141, 356

Plano municipal de saneamento básico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 27, 140

Potencial hídrico subterrâneo 37

PPP 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Projeção populacional 29, 30, 31, 33, 36

Projetos de saneamento 29, 31, 36

Q

Qualidade da água 76, 91, 103, 106, 118, 119, 120, 131, 133, 134, 135, 139, 140, 216, 264, 320, 327, 330, 335, 346, 349, 353, 355, 382, 383, 384, 387

R

Recursos hídricos 18, 20, 21, 25, 28, 37, 38, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 75, 106, 131, 132, 140, 141, 142, 152, 153, 162, 166, 167, 179, 181, 208, 218, 229, 254, 325, 327, 329, 330,

339, 340, 341, 350, 353, 355, 360, 361, 379, 382, 384, 385, 388, 389

Regulação 10, 19, 20, 22, 51, 59, 60, 63, 70, 72, 202, 313

Reserva ativa 37

Resíduos de ETA 92

Reúso 105, 106, 108, 111, 112, 116, 117, 218, 219, 220, 228, 229, 230, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389

Revisão 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 27, 52, 54, 59, 60, 156, 162, 208, 311, 314, 362

S

Saneamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 69, 70, 71, 72, 131, 133, 135, 140, 168, 179, 198, 208, 218, 221, 244, 311, 313, 314, 318, 321, 322, 323, 328, 330, 339, 340, 341, 350, 351, 358, 380

T

Teto jardim 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179

Torre de resfriamento 105, 108, 111, 112, 113

U

Ultrafiltração 105, 109, 110, 113, 114, 116, 120, 359

Urbano 76, 134, 143, 158, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 179, 181, 339, 341, 350, 351, 353, 356, 381, 391

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-694-2



9 788572 476942