

# SOLO E RECURSOS HÍDRICOS

*conservação,  
recuperação  
e manejo*

ARISTON DA SILVA MELO JÚNIOR  
*(organizador)*



EDITORA  
ARTEMIS

2022

# SOLO E RECURSOS HÍDRICOS

*conservação,  
recuperação  
e manejo*

ARISTON DA SILVA MELO JÚNIOR

*(organizador)*



EDITORA  
ARTEMIS

2022



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Ariston da Silva Melo Júnior
<b>Imagem da Capa</b>	Ziglinda/123RF
<b>Bibliotecária</b>	Janaina Ramos – CRB-8/9166

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato, México*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil



Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México  
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru  
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile  
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil  
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia  
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, Universidad Nacional Autónoma de México, México  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S689 Solo e recursos hídricos: conservação, recuperação e manejo / Organizador Ariston da Silva Melo Júnior. – Curitiba-PR: Artemis, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87396-67-5

DOI 10.37572/EdArt\_290822675

1. Solos. 2. Recursos hídricos. 3. Sustentabilidade. I. Melo Júnior, Ariston da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 631.45

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166



## APRESENTAÇÃO

O título **Solo e Recursos Hídricos – Conservação, Recuperação e Manejo** traz para o mundo atual uma das maiores preocupações com a preservação do nosso planeta e dos biomas que compõem toda a estrutura da Terra. O estudo constante de novas tecnologias, metodologias e gerenciamento deve promover um crescimento sustentável e garantir o futuro das próximas gerações.

A importância desse tema nesse século XXI é tamanha que a própria Organização das Nações Unidas (ONU) apresenta em sua agenda de 2030 o tema sustentabilidade e manutenção do meio ambiente como meta de desafio a ser alcançado de forma a que os recursos hídricos e a conservação do solo sejam foco primordial de interesse e responsabilidade política e social das nações. Tal proposta da ONU já vem sendo empregada por governos em projetos como, por exemplo, cobrança d'água do setor agrícola para minimizar a poluição de rios e lagos e impedir a contaminação de solos. Sendo esse controle realizado pelos denominados Comitês de Bacias Hidrográficas, o que mostra a relevância e atualidade do presente livro.

Este livro não se propõe a trazer soluções finais e vindouras, o que seria pretencioso; mas apresentar a preocupação e zelo que os autores tiveram em compartilhar seus conhecimentos. Assim, o livro apresenta o que de melhor está sendo realizado no mundo acadêmico e científico, de modo a trazer propostas, ensaios científicos e reflexões que permeiem as mentes de todos e todas de modo a podermos trazer uma nova proposta de melhoria a manutenção da qualidade e fertilidade de nossos solos e de técnicas para o uso racional das reservas hídricas do mundo, com os novos conceitos que vem sendo estudados pelas universidades e centros de pesquisas em relação ao bioma terrestre e aquático. Exemplos como a chamada pegada hídrica e claro apresentar uma nova proposta pedagógica em que as novas gerações tenham em mente a responsabilidade em um contínuo respeito a nosso lar – planeta Terra.

Nesse sentimento que a organização dessa obra propõe uma leitura crítica e atenta às pesquisas que os autores e autoras trazem nessa obra de modo a permitirem a generosidade em compartilhar seus conhecimentos e pensamentos para a formação contínua do leitor e leitora.

Uma boa leitura a você leitor/leitora e que as próximas páginas possam levar a uma reflexão da importância sustentável que esse livro tem como meta e sonho: um mundo novo, melhor e mais harmônico para toda humanidade!

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. CONTRIBUTOS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Carla Maria Rolo Antunes

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226751](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226751)

### **CAPÍTULO 2..... 14**

USO EFICIENTE DA ÁGUA EM LISBOA - CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA

Manuela Moreira da Silva

Leandro Muller

Susana Neto

Carla Pimentel Rodrigues

Armando Silva Afonso

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226752](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226752)

### **CAPÍTULO 3..... 21**

DESEMPENHO EM FILTRO LENTO QUANTO A MELHORIA NO PH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ESGOTO DOMÉSTICO

Ariston da Silva Melo Júnior

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226753](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226753)

### **CAPÍTULO 4..... 36**

ATIVOS ECOLÓGICOS E BALANÇO DE CARBONO DE UM ESPAÇO VERDE URBANO – CONTRIBUTOS PARA UMA *WATER SENSITIVE CITY*

Manuela Moreira da Silva

Sandra Caetano

Daniel Pimenta

Lídia Terra

Horácio Carvalho

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2908226754](https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226754)

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>50</b>
MONITORAMENTO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	
Ariston da Silva Melo Júnior Kleber Aristides Ribeiro Abrão Chiaranda Merij	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226755">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226755</a>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>65</b>
FLOW VELOCITY STRUCTURE AND TURBULENCE CHARACTERISTICS IN A PARTIALLY VEGETATED CHANNEL WITH RIGID EMERGENT VEGETATION	
Cristina Maria Sena Fael César Augusto Vaz Santos Cátia Sofia Batista Taborda	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226756">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226756</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>78</b>
HACIA EL BUEN ESTADO QUÍMICO DE NUESTRAS AGUAS CONTINENTALES: ¿SÓLO LAS EDAR SON RESPONSABLES DEL MISMO?	
Rafael Marín Galvín	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226757">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226757</a>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>91</b>
EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM SISTEMA DE ALAGADOS CONSTRUÍDO	
Ariston da Silva Melo Júnior Kleber Aristides Ribeiro Leonardo Gerardini	
 <a href="https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226758">https://doi.org/10.37572/EdArt_2908226758</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>109</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>110</b>



# CAPÍTULO 5

## MONITORAMENTO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO

Data de submissão: 05/07/2022

Data de aceite: 18/08/2022

**Ariston da Silva Melo Júnior**

<http://lattes.cnpq.br/0010807076892082>

**Kleber Aristides Ribeiro**

<http://lattes.cnpq.br/8299301338155638>

**Abrão Chiaranda Merij**

<http://lattes.cnpq.br/2449030752617156>

**RESUMO:** A crescente necessidade de água para os processos industriais, agricultura, sedentação animal e consumo humano tornaram a água num bem escasso e perene. A pequena proporção disponível de água no planeta no escoamento superficial e sua distribuição descontínua levaram a necessidade de preservação dos recursos hídricos restantes. Assim, a engenharia civil surgiu como uma ferramenta importante para resgatar e preservar as fontes aquáticas restantes. Para tanto, engenheiros e biólogos trabalham exaustivamente para garantir o surgimento de tecnologias limpas para manutenção do bioma aquático. O saneamento básico foi à área de implantação para o estudo dessas tecnologias. Entre os sistemas desenvolvidos convencionais ou alternativos há vários em estudos. Entre eles

as lagoas de estabilização. Tais lagoas são importantes reservatórios desenvolvidos para com variação do tempo de detenção hidráulica gerar melhora nos parâmetros potáveis da água. A pesquisa em questão procurou estudar a concentração da demanda química de oxigênio (DQO) em uma lagoa estabilizada em funcionamento no município de Itapuã, estado de São Paulo, Brasil. Através de coletas semanais, iniciadas em julho de 2018 até setembro de 2018 e com a utilização da norma NTS 004, promoveu a obtenção de um resultado médio de DQO de 280 mg.L<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS CHAVES:** Ecologia. Saneamento. Meio Ambiente. Tratamento.

CHEMICAL OXYGEN DEMAND  
MONITORING (DQO) IN STABILIZATION  
LAGOON

**ABSTRACT:** The increasing need for water for industrial processes, agriculture, animal sedimentation and human consumption have made water scarce and perennial. The small proportion of water available on the planet in the runoff and its discontinuous distribution led to the need to preserve the remaining water resources. Thus, civil engineering emerged as an important tool for rescuing and preserving the remaining aquatic sources. To that end, engineers and biologists work extensively to ensure the emergence of clean technologies for maintaining the aquatic biome. The basic sanitation went to the area of implantation for the study of these technologies. Among the

systems developed conventional or alternative there are several in studies. Among them are the stabilization ponds. Such ponds are important reservoirs developed for varying the hydraulic holding time to generate improvement in the potable water parameters. The research in question sought to study the concentration of chemical oxygen demand (COD) in a stabilized lagoon in operation in the city of Itapuã, state of São Paulo, Brazil. Through weekly collections, initiated in July 2018 until September 2018 and using the NTS 004 standard, it promoted an average COD result of 280 mg.L<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** Ecology. Sanitation. Environment. Treatment.

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade de preservar e manter o meio ambiente, procurando garantir o equilíbrio entre as necessidades do homem e a manutenção do meio ambiente vem gradativamente sendo cada vez maior.

Visando o desenvolvimento sustentável que atende o momento presente, sem deixar um passivo ambiental que podem comprometer a qualidade de vida das futuras gerações, pode-se verificar que é imprescindível a efetivação de um sistema de saneamento básico eficiente, onde os resíduos das atividades humanas não sejam despejados diretamente no meio ambiente, causando a contaminação do solo, rios e nascentes. A água consumida de uma fonte contaminada pode ocasionar doenças severas, a exemplo da hepatite, da cólera, das salmonelas e outras.

O problema enfrentado é tão desafiador que a Organização das Nações Unidas (ONU) em 2012 constatou que nenhuma região do mundo está livre das pressões sobre a falta de recursos hídricos.

Segundo ALBANO (2014) na Europa, por exemplo, 120 milhões de cidadãos não têm acesso à água potável. Em certas partes do continente, os cursos de água podem chegar a perder até 80% de seu volume no verão.

Quando se pensa em continente africano, os valores observados tendem a piorar, uma vez que taxa média demográfica tem um recrudescimento anual de 2,6%. Enquanto a média mundial é de apenas 1,2%.

O aumento das necessidades hídricas para assegurar processos de fabricação e na agricultura entre outras atividades faz com que a demanda de água acelera a deterioração de seus recursos hídricos.

A não uniformidade e homogeneidade em relação às reservas hídricas em relação a crescente população têm levado em conta que continentes como a Ásia e o Pacífico que abrigam 60% da população do mundo, mas apenas 36% dos recursos hídricos têm sérios problemas de abastecimento hídrico.

De acordo com o relatório da ONU, cerca de 480 milhões de pessoas não tinham acesso, em 2008, a uma fonte de água de qualidade, e 1,9 bilhão não tinham infraestrutura sanitária adequada.

Na América Latina enquanto a taxa de extração de fontes hídricas foi duplicada no final do século XX devido as crescentes necessidades para abastecimento público e industrial. No Oriente Médio, pelo menos doze países sofrem de escassez completa de água, sem fontes de água adequadas para o público.

O relatório da ONU informa ainda que mundialmente cerca de 80% das águas residuais não são recolhidas nem tratadas, mas vão direto a outros corpos d'água ou se infiltram no subsolo, o que acaba causando problemas de saúde na população e a deterioração do meio ambiente. Considerando esta situação, torna-se acentuada a necessidade de tratamento e desinfecção dos efluentes sanitários.

Atualmente existe uma grande diversidade de alternativas técnicas de tratamento de saneamento próximas à fonte de esgoto.

São sistemas simples, de eficiência comprovada, mais barato e com maior eficiência em relação às alternativas tradicionais.

Algumas destas alternativas, inclusive, podem gerar economia com a utilização dos gases liberados na digestão como fonte de energia para o fogão doméstico e a parte líquida como bio-fertilizante rico em nutrientes naturais que não agridem o meio ambiente.

Destacam-se entre as alternativas apontadas: wetlands, filtração lenta, tanque séptico modificado, reator aeróbico e anaeróbico, valas de infiltração e lagoas de estabilização ou também conhecidas por lagoas de estabilização.

As lagoas de estabilização têm sido a técnica de tratamento de esgotos domésticos mais utilizada nos países em desenvolvimento (YÁNEZ, 2000).

Segundo PERÍGOLO (2004), em Brasília, das 16 Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) operadas pela Companhia de Saneamento do Distrito Federal – CAESB, 10 delas possuem, em parte ou no todo, o processo de lagoas de estabilização.

As lagoas são muito utilizadas por ser um processo natural de tratamento de esgotos, apresentar baixo custo de manutenção e instalação (quando o valor do terreno é baixo). Além disso, pode atingir excelentes eficiências de remoção de matéria orgânica, nutrientes e patógenos.

As lagoas de estabilização têm sido largamente utilizadas, somente no Brasil elas estão presentes em 375 localidades (PERÍGOLO 2004 *apud* IBGE 2002). Entretanto, o que se tem verificado é que a forma de dimensionamento e o entendimento do processo ainda têm muito a serem estudados.

Existem diversos tipos de lagoas de estabilização, as anaeróbias, onde o material orgânico é decomposto abaixo da superfície, sem contato com o ar; as aeradas que, por sua vez, necessitam de um dispositivo eletromecânico para ajudar a manter uma concentração de oxigênio na parte líquida da massa, fazendo com que reações biológicas separem o material orgânico da água; as de estabilização, em que o depósito de lodo no fundo facilita a decomposição anaeróbia, mas também ocorre a redução fotossintética e a oxidação aeróbia; por fim, as de maturação, que auxiliam na remoção de micro-organismos causadores de doenças com a ajuda dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol.

Após receberem o tratamento em um dos tipos de lagoas, ocorre o reaproveitamento da água, com condições sanitárias satisfatórias.

A água proveniente do esgoto tratado pelo sistema de lagoa de estabilização é usada para diversas atividades, dentre elas a mais comum é a irrigação. O reuso da água ajuda a evitar a poluição ambiental e ainda auxilia no cultivo, através do aproveitamento dos nutrientes presentes nos efluentes.

O desafio da pesquisa foi monitorar e avaliar o grau de demanda bioquímica de oxigênio (DQO) presente no tratamento de águas oriundas do ribeirão Capanema, localizado no município de Itirapuã.

Para tanto, após as coletas semanais foi empregado o método da norma NTS 004 da SABESP para análise de DQO em efluentes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 REUSO HÍDRICO

Como forma de preservação do recurso água, o esgoto doméstico coletado deve ser destinado às estações de tratamento de esgoto (ETE), para posterior disposição final. Existem inúmeras formas de disposição do esgoto, sendo a diluição em córregos, rios e lagos, uma das mais frequentes no Brasil.

Na grande maioria dos casos, a diluição ocorrida é insuficiente para manter o padrão de qualidade do corpo d'água dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 que classifica os corpos d'água por categorias variáveis de 1 a 4, sendo que a qualidade tende a diminuir de forma crescente.

Outra forma de disposição do esgoto é o reuso, até alguns anos vista como uma opção exótica é hoje uma alternativa que não pode ser ignorada (CAMPOS 2014 *apud* MANCUSO 2003), pois além de dispor o esgoto, ajuda combater a escassez de água.

Na indústria, o reuso do esgoto pode ser como água de resfriamento em caldeiras, sistemas de lavagem e transporte de materiais, na irrigação de jardins e processamento

de produtos (CAMPOS 2014 *apud* MOTA 2006). Para irrigação de áreas verdes, parques e jardins municipais, limpeza de pátios e ruas e em instalações de descargas sanitárias o esgoto tratado também pode ser utilizado. Entretanto, uma das mais promissoras formas de reuso do esgoto é por meio da aplicação no solo com o objetivo de irrigação de culturas agrícolas.

Além de fornecer água, o esgoto também é rico em nutrientes e matéria orgânica, e quando convenientemente aplicado ao solo melhora sua fertilidade, refletindo-se em maior produtividade das culturas, conforme já comprovado em vários trabalhos científicos (CAMPOS 2014 *apud* VERONEZ 2009).

A aplicação do esgoto para irrigação está condicionada a aspectos de saúde pública, escolha das culturas e impactos ambientais (ARAÚJO, 2000).

A segurança deste tipo de reuso depende da confiabilidade da desinfecção do esgoto (CORAUCCI FILHO *et al.*, 2003). Desta forma, requisitos mínimos de qualidade microbiológica para o esgoto foram estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1989, baseados na presença de ovos de Helmintos e coliformes fecais (CAMPOS 2014).

## 2.2 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

A aplicação de lagoas de estabilização tem crescido como tratamento de esgoto efluente de processos anaeróbios. Mas, atualmente, ainda se conservam e instalam lagoas que tratam esgoto bruto (com ou sem tratamento preliminar) (PERÍGOLO 2004 *apud* MARA 1976).

Conforme mencionado, o termo facultativo refere-se a uma mistura de condições aeróbias e anaeróbias. Na camada de cima do volume interno da lagoa, está o meio aeróbico, e na camada de baixo, o anaeróbio.

A maior parte do oxigênio requerido para manter a camada superior em condições aeróbias é originada da atividade fotossintética das algas. A outra parte, considerada desprezível, procede da reaeração resultante do contato com o ar e vento na superfície da lagoa (VON SPERLING 1996).

O crescimento de algas nas lagoas é favorecido pelo ambiente rico em nutrientes e pela exposição à luz solar, principais fatores de seu metabolismo. De fato, em virtude da grande concentração de algas, as lagoas de estabilização apresentam cor esverdeada.

Segundo PERÍGOLO (2004), na zona aeróbia, microorganismos utilizam o oxigênio produzido pelas algas através da fotossíntese, e as algas por sua vez utilizam o CO<sub>2</sub>, resultante da respiração desses microrganismos, para realizarem fotossíntese. Isso caracteriza um processo de simbiose entre as algas e as bactérias.

Conforme PERÍGOLO (2004) o material orgânico a ser degradado é basicamente formado por partículas de menor tamanho, que tendem a não sedimentar.

As algas também utilizam outros produtos resultantes do metabolismo dos microrganismos, como o amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e o fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) para realização da fotossíntese. Há também uma troca gasosa entre o oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) presente na lagoa com os gases presentes na atmosfera.

Para PERÍGOLO (2004) *apud* ALVES (2004) a posição de transição da camada aeróbia para a anaeróbia (oxipausa) oscila de acordo com a produção/consumo de oxigênio, que varia entre noite e dia, manhã e tarde, tempo nublado e sol radiante. A região caracterizada pela intermitência na presença de oxigênio é denominada zona facultativa, onde sobrevivem microrganismos denominados facultativos, por se adaptarem tanto à presença quanto ausência de oxigênio.

Segundo VON SPERLING (1996) para a degradação da matéria orgânica, esses organismos utilizam o oxigênio ou nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) (quando em condições anaeróbias) como aceptores de elétrons.

Os estudos aprofundados de VON SPERLING (1996) levam a conclusões que na zona anaeróbia, os microrganismos são adaptados para sobreviverem na ausência de oxigênio. Para a degradação da matéria orgânica, utilizam os sulfatos ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) e  $\text{CO}_2$  como aceptores de elétrons. Esta zona é composta principalmente pelo lodo de fundo, que é formado pela sedimentação de material particulado no processo de deposição pela ação gravitacional.

O material que forma o lodo de fundo, degradado anaerobicamente, converte-se lentamente em gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e outros.

O processo de conversão gasosa pela ação microbiana no lodo faz com que reste no fundo apenas o material inerte mineralizado (não biodegradável).

Os gases resultantes das reações de degradação tendem a subir, podendo ser absorvidos na massa líquida ou desprender para a atmosfera. Em particular, o gás  $\text{H}_2\text{S}$  que apresenta odor desagradável, semelhante ao cheiro de “ovo podre”, ao passar pela camada aeróbia superior, é oxidado por processos químicos e bioquímicos, e por isso não causa problemas de mau cheiro.

Assim, com base em conclusões de VON SPERLING (1996), a lagoa de estabilização degrada os esgotos em três zonas: aeróbia, facultativa e anaeróbia.

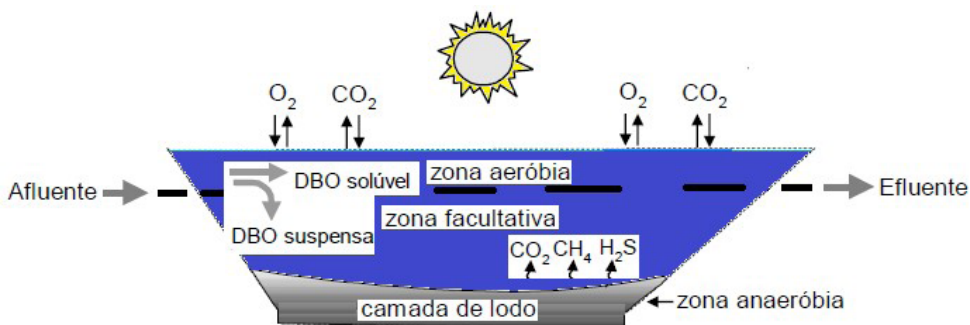
A matéria orgânica dissolvida (solúvel) e a em suspensão de pequenas dimensões (finamente particulada) fica dispersa no esgoto, sendo oxidada aerobicamente na camada

mais superficial e por organismos facultativos na camada intermediária (PERÍGOLO 2004 *apud* ALVES 2004).

Já a matéria orgânica particulada tende a sedimentar, formando o lodo de fundo, que degrada anaerobicamente (PERÍGOLO 2004 *apud* ALVES 2004).

O processo de tratamento das lagoas de estabilização pode ser visualizado na Figura 1, a seguir.

Figura 1 - Esquema simplificado de uma lagoa de estabilização. (VON SPERLING, 1996)



Segundo PERÍGOLO (2004) *apud* ALVES (2004) os fatores que interferem no processo de tratamento das lagoas de estabilização podem ser divididos em externos e internos. Os fatores externos e sua influência no tratamento são apresentados na tabela 1, a seguir, com base nos apontamentos levantado por PERÍGOLO (2004) *apud* JORDÃO e PESSOA (1995).

Tabela 1 - Fatores ambientais externos (PERÍGOLO 2004 *apud* JORDÃO e PESSOA 1995).

Fator	Influência
Radiação solar	- Velocidade de fotossíntese
Temperatura	- Velocidade de fotossíntese - Taxa de decomposição bacteriana - Solubilidade e transferência de gases - Condições de mistura
Vento	- Condições de mistura - Reaeração atmosférica (*)

(\*) mecanismo de menor importância no balanço de Oxigênio Dissolvido (OD).

Os fatores internos interferentes no processo de tratamento de esgotos domésticos por lagoas de estabilização são as algas (fotossíntese) e a carga orgânica aplicada (PERÍGOLO 2004 *apud* ALVES 2004).

Admitindo-se que a carga orgânica aplicada à lagoa seja apropriada, teríamos apenas as algas como fator interno de influência no tratamento. Visto que os fatores externos e internos interferem na eficiência do tratamento, eles devem ser analisados em conjunto (PERÍGOLO 2004 *apud* ALVES 2004).

Fatores climáticos (externos) influenciam sobremaneira no processo de tratamento uma vez que afetam o processo de fotossíntese (internos). Para se correlacionar a fotossíntese com o clima, devem-se incluir todos os fatores pertinentes (PERÍGOLO 2004 *apud* ALVES 2004).

De uma forma geral, o aumento da temperatura correlaciona-se positivamente com o aumento da produção fotossintética, e, por conseguinte com o aumento do teor de oxigênio (ALVES, 2004).

PERÍGOLO (2004) *apud* ESTEVES (1998) mostrou ainda que quando a temperatura está alta com incidência de radiação solar excessiva, pode haver a inibição da capacidade de fotossíntese das algas uma vez que tal incidência de radiação é prejudicial. Nesses casos, o aumento da temperatura pode não resultar em maiores concentrações de oxigênio dissolvido no efluente líquido.

Outros fatores podem também alterar a qualidade dos efluentes, entre eles a localização, temperatura, carga aplicada (PERÍGOLO 2004 *apud* OLIVEIRA 1996) e às variações diárias de tempo (manhã, tarde e noite) (PERÍGOLO 2004 *apud* CEBALLOS *et al.* 1997). Por seu papel fundamental no processo de degradação da matéria orgânica nas lagoas, pode-se dizer que a qualidade do efluente está atribuída às algas (PERÍGOLO 2004 *apud* KÖNIG *et al.* 1999).

Uma tendência atual é relacionar os fatores climáticos à produtividade de algas, na tentativa de expressar a eficiência do tratamento através da biomassa oriunda de algas (PERÍGOLO 2004 *apud* ALVES 2004).

### 2.3 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

Segundo SOUZA (2018) a Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, ela avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica.

A análise dos valores de DQO em efluentes e em águas de superfície é uma das mais expressivas para determinação do grau de poluição da água, esta análise reflete a quantidade total de componentes oxidáveis, seja carbono ou hidrogênio de hidrocarbonetos, nitrogênio (de proteínas, por exemplo), ou enxofre e fósforo de detergentes (SOUZA, 2018).



A demanda química de oxigênio pode ser considerada como um processo de oxidação química, onde se emprega o dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ). Neste processo, o carbono orgânico de um carboidrato, por exemplo, é convertido em gás carbônico e água.

Deve-se salientar que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos. Com isso, a resistência de substâncias aos ataques biológicos levou à necessidade de fazer uso de produtos químicos, sendo a matéria orgânica neste caso oxidada mediante um oxidante químico.

Por isso que a DQO se diferencia da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), onde é medida a quantidade de oxigênio necessária para ocorrer a oxidação da matéria orgânica biodegradável, ou seja, na DBO não é necessário fazer uso de produtos químicos, enquanto na DQO há necessidade.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 EXPERIMENTO LOCAL

Durante 3 meses, entre os meses de julho a setembro de 2018 foram efetuadas coletas semanais para análises da concentração de fósforo total (P) num sistema de tratamento constituído por lagoa de estabilização instalado no município de Itirapuã, São Paulo, Brasil. O sistema opera com auxílio da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

A figura 2 localiza a região de interesse científico que foi monitorada e analisada.

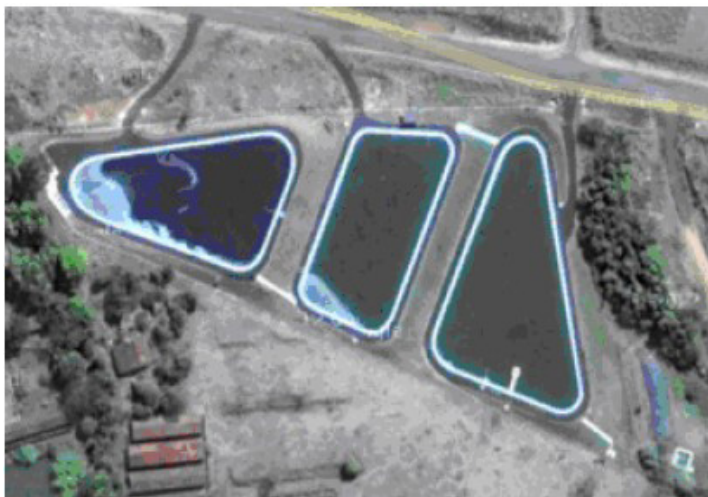


O sistema adotado recebe o efluente proveniente do Ribeirão Capanema, classificado segundo a norma do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 357 – para classe de rios, como classe 4.

O sistema de tratamento tem capacidade máxima operacional para vazões de até 1.149,12 metros cúbicos diários, sendo composto por três câmaras que formam o sistema de lagoa de estabilização (fonte: PREFEITURA MUNICIPAL de Itirapuã 2011).

Na figura 3 pode-se visualizar uma foto área do conjunto de tratamento de esgoto. Para um melhor aproveitamento da área superficial doada pelo município de Itirapuã o conjunto montado tem um perfil triangular se observar a parte periférica do local.

Figura 3 – Sistema de Lagoa de estabilização. (ALBANO, 2014)



O sistema funciona por escoamento gravitacional sendo que cada reservatório auxilia na depuração do esgoto. O conjunto é composto por: lagoa anaeróbica que auxilia no processo anóxico com eliminação de bactérias aeróbicas e em seguida duas lagoas de estabilização denominadas – primária e secundária.

Para o conjunto foi utilizado um período de estabilização lodal, denominado de tempo de detenção hidráulico ( $e_n$ ) de 12,5 dias.

Apesar de o sistema operacional ter capacidade máxima para vazões de 1.149,12  $m^3 \cdot d^{-1}$ , a SABESP em conjunto com a prefeitura de Itirapuã recomenda a utilização de 846,72  $m^3 \cdot d^{-1}$ , ou seja, 73,68% de sua capacidade para evitar riscos de sobrecarregar o sistema.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

As características do complexo do sistema de lagoa de estabilização são observadas a partir da tabela 2 (a seguir), fornecida pela prefeitura de Itirapuã.

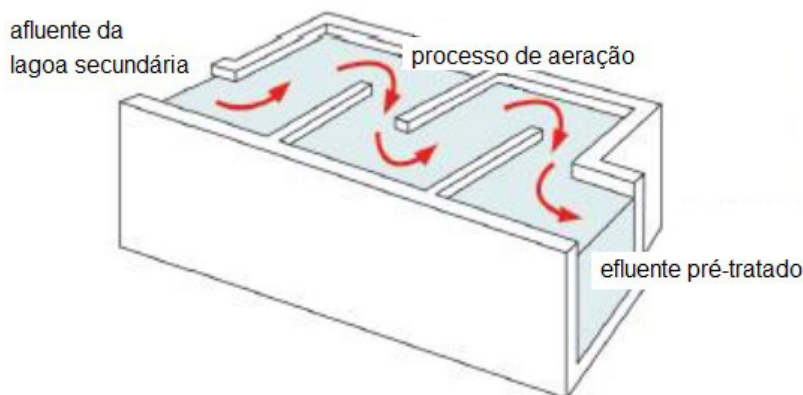
Tabela 2 – Caracterização do complexo de Lagoa de estabilização.

	Lagoa Anaeróbica	Lagoa de estabilização primária	Lagoa de estabilização secundária
Área superficial (A)	3.000 m <sup>2</sup>	2.560 m <sup>2</sup>	3.160 m <sup>2</sup>
Volume efetivo (V)	5.580 m <sup>3</sup>	3.830 m <sup>3</sup>	4.960 m <sup>3</sup>
Profundidade (h)	2,80 m	1,80 m	1,80 m
Tempo de detenção hidráulico ( $\theta_h$ )	4,9 d	3,3 d	4,3 d
Vazão de projeto ( $Q_p$ )	1.149,12 m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	1.149,12 m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	1.149,12 m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>
Vazão demanda ( $Q_d$ )	846,72 m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	846,72 m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	846,72 m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>

Fonte: Dados da Sabesp (2011).

Após o esgoto passar pela segunda lagoa de estabilização o processo de despoluição prossegue a partir de um tanque de aeração, denominado tanque de contato de perfil quadrado e volume 28,73 m<sup>3</sup>. O tanque de contato é compartimentado e em seu interior ocorre a divisão por chicanas horizontais, conforme figura 4.

Figura 4 – Esquema do tanque de contato adotado.



Tendo o volume do tanque de contato ( $V_{tc}$ ) e a vazão de demanda ( $Q_d$ ), através do equacionamento hidráulico observado por pesquisadores como PORTO (1999) é possível determinar tempo de detenção hidráulico ( $\theta_h$ ), apresentado a partir da equação 1:

$$\theta_h = \frac{V_{tc}}{Q_d}$$

**Equação 1** (PORTO, 1999)

Com o auxílio das informações de  $V_{tc}$  e  $Q_d$  introduzidos na equação 1, o tempo de detenção hidráulico calculado foi de 0,034 d, ou seja, um valor para interpretações leigas de aproximadamente 49 minutos, a partir da conversão do tempo pelo processo de análise dimensional.

### 3.3 ANALISE DE DQO

O teste de DQO é uma análise indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e industriais.

A metodologia adotada utilizou a norma NTS 004 da SABESP, com os seguintes ingredientes: Sulfato de prata ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ); Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ); Fenantrolina; Sulfato ferroso heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ); Sulfato ferroso amoniacal ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ); Biftalato de potássio ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ); e Sulfato de mercúrio ( $\text{HgSO}_4$ ).

### 3.4 PROCEDIMENTO DE PREPARAÇÃO (DQO)

Adicionar 10 g de sulfato de prata ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) a 1 litro de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). A dissolução do  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  pode ser feita deixando-se a solução em repouso por 1 a 2 dias ou então com o auxílio de um agitador magnético, até se verificar a dissolução total.

Em seguida dissolve-se 12,2590 g de dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), previamente seco a  $103^\circ\text{C}$  por 2 horas, em água deionizada e diluir o volume em 1000 mL. Armazena-se em frasco âmbar.

O processo continua dissolvendo-se 1,485 g de fenantrolina monohidratada, juntamente com 0,695 g sulfato ferroso heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), em água deionizada e diluir a 100 mL, o produto é armazenado em frasco âmbar sob refrigeração. Depois se dissolve 98 g de sulfato ferroso amoniacal ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) em água deionizada, adicionando-se conjuntamente 20 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). A solução resultante é resfriada e diluída a 1000 mL com água deionizada e armazenada.

A solução de sulfato ferroso amoniacal é obtida diluindo 100 mL da solução sulfato ferroso amoniacal, aproximadamente 0,25M, com água deionizada até aproximadamente 500 mL. Adiciona-se em seguida 20 mL de ácido sulfúrico e resfria-se a solução.

Para o padrão de biftalato de potássio pesa-se 0,425 g de biftalato de potássio ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ), previamente seco até peso constante a  $120^\circ\text{C}$ .

Os padrões são adicionados à amostra de água em balão volumétrico com 500 mL e espera-se a reação de dissociação ocorrer para posterior análise das concentrações de oxigênio liberadas.

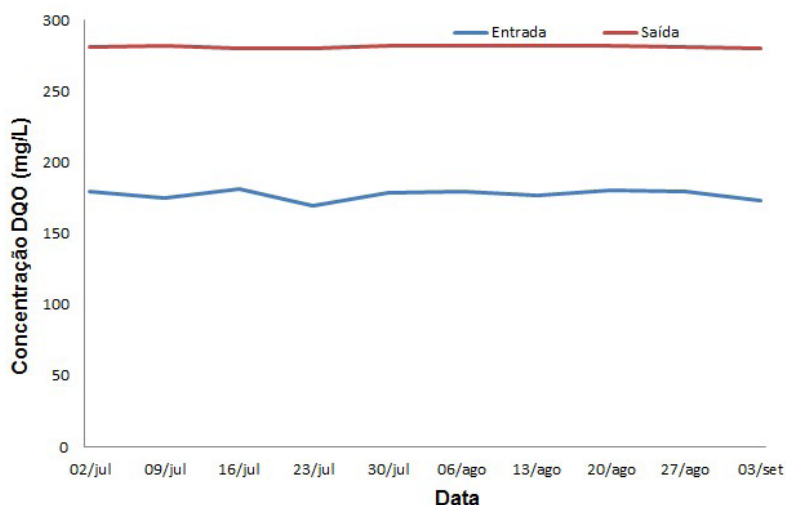
## 4 RESULTADOS

A partir das análises efetuadas para a demanda química de oxigênio (DQO) das amostras de entrada no sistema antes da lagoa anaeróbica e após a passagem na lagoa de estabilização secundária.

Foi possível avaliar o desempenho no processo de oxigenação nas águas captadas do ribeirão Capanema.

A figura 5, a seguir, apresenta a evolução na produção de oxigenação proveniente no complexo de lagoa de estabilização.

Figura 5 – Perfil de evolução da Demanda Química de Oxigênio (DQO) ao longo do tempo.



O processo de tratamento residual, a partir da figura 5 retrata o aumento nos níveis de oxigenação desempenhados pela DQO. Desse modo, o afluente (entrada) captado do ribeirão tinha uma faixa de DQO em torno de 177,50 mg.L<sup>-1</sup>.

Ao passo que após o pré-tratamento os valores de DQO tiveram um recrudescimento, permitindo avaliar níveis em torno de 281,41 mg.L<sup>-1</sup>.

Tal desempenho mostrou uma eficiência percentual de 63% em relação da demanda química de oxigênio.

Os valores se mostram bem promissores e mostra a relevância a adoção de sistemas alternativos como as lagoas de estabilização para preservar e melhorar os corpos d'água.

A tabela 3 apresenta os valores obtidos pela técnica baseada no método NTS 004 da SABESP.

Tabela 3 – Demanda Química de Oxigênio no complexo de lagoa.

Data	Entrada (mg.L <sup>-1</sup> )	Saída (mg.L <sup>-1</sup> )
02/07/18	180	281,5
09/07/18	175	281,9
16/07/18	181	280,5
23/07/18	169,5	280,52

Data	Entrada (mg.L <sup>-1</sup> )	Saída (mg.L <sup>-1</sup> )
30/07/18	179	282,45
06/08/18	180	281,9
13/08/18	177	282
20/08/18	180,6	281,95
27/08/18	180	281,35
03/09/18	172,9	280
<b>Média do período</b>	<b>177,5</b>	<b>281,41</b>

Vale ressaltar que existe ainda um sistema de cloração que auxilia no tratamento das águas, contudo não foi foco de estudos nesse trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

A adoção de sistemas alternativos como as lagoas de estabilização se mostram necessários de modo a permitir que haja mais tecnologias de menor custo e de potencial para adoção no tratamento de esgoto.

O trabalho mostrou que as águas do ribeirão Capanema inicialmente com uma classificação inferior pela norma 357 do CONAMA, valor de 4 na escala de categorias de corpos hídricos no território brasileiro. Tenha com o tratamento uma leve, mas considerável melhorar nos padrões de qualidade de águas.

Pelo fato do sistema permitir uma eficiência de 63% em relação aos valores iniciais, ocasiona na manutenção de no incentivo de mais pesquisas e melhora nos sistemas de lagoas de estabilização.

Infelizmente, o ponto negativo que deve ser lembrando em relação às lagoas de estabilização está no fato de necessitarem extensas áreas para implantação, além do elevado tempo de detenção hidráulico.

Contudo, ainda assim são sistemas que devem ser pesquisados e melhorados para servirem como uma solução adicional para implantação pelos gestores públicos.

## BIBLIOGRAFIA

ALBANO, P. V. **Utilização de ácido tricloroisocianúrico (ATCI) na desinfecção de efluente sanitário de lagoa de estabilização: avaliação da formação de trialometas (TAMs)**. Dissertação. UNICAMP. Campinas, SP, 2014.

ARAÚJO, L. P. F. **Reuso com lagoas de estabilização**: Potencialidade no Ceará. 1 ed. Fortaleza, Ceará: Superintendência estadual de meio ambiente, 2000.

CAMPOS, J. A. **Desinfecção de efluente de lagoa de estabilização com ácido ricloroisocianúrico: Avaliação da inativação de coliformes**. Dissertação. UNICAMP. Campinas, SP, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 357**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 17 de março de 2005.

CORAUCCI FILHO, B. et al. Cloração e descloração. In: GONÇALVES, R.F. **Desinfecção de efluentes sanitários**, Prosab - Edital 3. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Capítulo 4. p.113-168.

PERÍGOLO, R. A. **Avaliação do Emprego de Lagoas de Estabilização em Escala Piloto para Pesquisa de Tratamento de Esgoto Doméstico**. Dissertação. UNB. [Distrito Federal] 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITIRAPUÃ. **Plano de saneamento municipal: água e esgoto**. Itirapuã, 2011.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica**, 2 edição, EESC – USP, 1999.

NTS 004 - **Norma Técnica Interna SABESP para Método de Ensaio**: DQO - Demanda Química de Oxigênio. São Paulo. 1997.

SOUZA, L. A. **Química Ambiental**. *Brasil Escola*. Disponível em < <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/demanda-quimica-oxigenio.htm>>. Acesso em 13 de outubro de 2018.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2 ed. Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996. v. 1, 243 p.

YÁNEZ C. F. **Lagunas de Estabilización**. Cuenca, Ecuador: Monsalve, 1993.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**ARISTON DA SILVA MELO JÚNIOR** - GRADUADO em Engenharia agrícola e civil pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP; com PÓS-DOUTORADO no estudo de sinterização e obtenção de compósitos de terras raras em células à combustível pelo Centro de Ciências de Tecnologia de Materiais (CCTM) e PÓS-DOUTORADO no estudo da poluição atmosférica e a contribuição dos gases de efeito estufa (GEE) no impacto ambiental pelo Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) ambos realizados no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) da Universidade de São Paulo - USP. MESTRE em Engenharia de Recursos Hídricos - Água e Solos no estudo da relação e interferência dos parâmetros ecofisiológicos de macrófitas na depuração de esgoto doméstico na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da UNICAMP. DOUTOR em Engenharia de Recursos Hídricos e Energéticos estudando a relação e presença de metais pesados dispersos na atmosfera através da coleta de material particulado PM10 e análise pelas técnicas de reflexão total por raios X e microfluorescência com uso de radiação síncrotron aplicadas às análises pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP. Possui mais de 45 artigos publicados com temática no uso da engenharia e tecnológicas de ponta e alternativas para estudo dos processos de tratamentos de resíduos líquidos, gasosos e sólidos. Autor de 5 livros técnicos e de 2 capítulos de livros na área de engenharia civil e sanitária. Membro da Associação de Engenheiros da SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo) atuou como avaliador e examinador na IBFCRL para concursos públicos na área de engenharia civil e agronomia, além de participar em bancas de mestrado e de concursos na UNICAMP e no IFSP. Adepto do ensino continuado realizou mais de 102 cursos de aperfeiçoamento no ensino superior pela Universidade Federal do Ceará, pela Universidade Estadual do Maranhão e outras IES. Possui mais de 10 anos no ensino superior na Universidade Paulista (UNIP); Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU); Universidade Braz Cubas e FATEC-SP. Sendo professor nos cursos de Engenharia: Civil; Sanitária e Ambiental; Elétrica; Mecânica; além dos cursos de tecnologia de edifícios; gestão ambiental e arquitetura e urbanismo. Foi coordenador geral do curso de engenharia civil na FMU durante a gestão de 2015-2016. Tem como linha de pesquisa o estudo contínuo de novas tecnologias de tratamento de resíduos sólidos e líquidos para depuração e conservação do meio ambiente, atuando como pesquisador colaborador na USP e UNICAMP.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/0010807076892082>



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Avaliação ambiental 1, 2, 3, 8, 11, 12, 13

### C

Contaminação 21, 22, 26, 51

### D

Descarbonização 36, 37

### E

Ecologia 50, 91, 94

EDAR 78, 81, 84, 86, 87, 88, 89

Engenharia 14, 21, 23, 34, 36, 50, 64, 93, 98, 108

Envolvimento dos cidadãos 15

Escassez de água 36, 53

Esgoto 21, 26, 28, 29, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 64, 91, 92, 93, 95, 98, 100, 107

Estado químico 6, 78, 79, 83

Estado y potencial ecológico 78

Experimental study 65

### G

Gestão 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

### M

Meio ambiente 50, 51, 52, 63, 91, 108

### N

Natureza em Zonas Urbanas 36

Normas de calidad ambiental 78, 80, 81, 83, 84, 86, 89

### P

Pegada Hídrica 14, 15, 16, 17, 18, 19

Planeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Poupança de Água 15, 17, 19

## R

Recursos hídricos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 20, 50, 51, 91

Redutores de Caudal 14, 15, 19

Reuso 21, 30, 34, 53, 54, 63, 91, 94, 107

## S

Saneamento 15, 21, 23, 35, 50, 51, 52, 58, 64, 92

## T

Tejo 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13

Tratamento 17, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 107, 108

Turbulent flow 65, 66, 68, 70, 73, 76, 77

## V

Vegetated corridor 65, 66, 71

Vertido 78, 85, 86, 87, 88, 89