

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)

EDUCAÇÃO, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO 2



 **Atena**
Editora
Ano 2019

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)

Educação, Meio Ambiente e Território 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

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

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

E24 Educação, meio ambiente e território 2 [recurso eletrônico] /
Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de
Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação,
Meio Ambiente e Território; v. 2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-143-5
DOI 10.22533/at.ed.435192102

1. Divisões territoriais e administrativas 2. Educação ambiental.
3. Meio ambiente – Preservação. I. Machado, Felipe Santana.
II. Moura, Aloysio Souza de.

CDD 320.60981

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O meio ambiente é o “*locus*” onde se desenvolve a vida na Terra. Resumidamente é a natureza com todos elementos que nela habitam/interagem e inclui os elementos vivos e não vivos que estão intimamente conectados com o planeta. O meio ambiente deveria ser foco prioritário de ações locais, regionais, nacionais e mesmo internacionais para a permanência de uma boa qualidade de suas características em prol das gerações futuras. A obra “Educação, Meio ambiente e Território” apresenta uma série de livros de publicação da Atena Editora. Em seu segundo volume, com 26 capítulos, enfatizamos a importância do ambiente e sua homeostase. Logo a exposição de experiências de como manejar produtos e subprodutos de origem animal, vegetal ou mineral; e seu posterior tratamento e avaliação de aspectos básicos são de fundamental importância para esse equilíbrio.

Para tanto primeiramente apresentamos experiências de reutilização de elementos para o estabelecimento de uma relação harmônica entre produtos manufaturados, sociedade e meio ambiente em via de diminuir custos de vida e favorecer o desenvolvimento sustentável. Em sequência há capítulos que destacam percepção ambiental “*in locu*” de comunidades ribeirinhas e aspectos físico-químico-biológicos de resíduos líquidos e sólidos que são negligenciados pelas diferentes esferas governamentais e que despejados em ambientes urbanos alteram o equilíbrio ambiental. Porém, esse equilíbrio (ou desequilíbrio) não está restrito ao local de despejo, mas também aos espaços não urbanos (rurais e florestais) adjacentes.

Finalizamos este volume com uma abordagem sobre a junção de pesquisas e a modernização da tecnologia compõem um contexto da gestão ambiental, gestão ambiental e tecnologia de alimentos, e, enfim, apresentação de parâmetros em nível de comunidade, destacando primeiramente os fitoplânctons, diatomáceas, e organismos dos reinos *Metaphyta* e *Metazoa*.

A organização deste volume destaca a importância do meio ambiente tanto para o entusiasta quanto para estudiosos de diferentes níveis educacionais, da educação básica ao superior, com intuito de formar personalidades cientes dos problemas ambientais atuais, com o caráter de orientar e capacitar para preservar e conservar as várias paisagens e comunidades que formam o meio ambiente. Por fim, esperamos que a crescente demanda por conceitos e saberes que possibilitam um estudo de melhoria no processo de gestão do ambiente aliada a necessidade de recursos e condições possa fortalecer o movimento ambiental, colaborando e instigando professores, pedagogos e pesquisadores a prática de atividades relacionadas à Sustentabilidade que corroboram com a formação integral do cidadão. Ademais, esperamos que o conteúdo aqui presente possa contribuir com o conhecimento sobre o meio ambiente e com artífices ambientais para a sua preservação.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BENEFICIAMENTO DE PEÇAS CONFECCIONADAS EM JEANS PROCESSO E SUSTENTABILIDADE EM LAVANDERIAS DE CARUARU – PE	
Jacqueline da Silva Macêdo Andréa Fernanda de Santana Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4351921021	
CAPÍTULO 2	9
APROVEITAMENTO DA CASCA DA BANANA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM DOCE TIPO BRIGADEIRO	
Marilui Santos Dal’Mas Marian Silvana Licodiedoff	
DOI 10.22533/at.ed.4351921022	
CAPÍTULO 3	16
UTILIZAÇÃO DE CANECAS PERSONALIZADAS DE FIBRA DE COCO COMO PROPOSTA PARA REDUZIR O USO DE COPOS DESCARTÁVEIS NAS ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS DO BATALHÃO DE POLÍCIA AMBIENTAL DO PARÁ	
Antônio Rodrigues da Silva Júnior Ivon Gleidston Silva Nunes André Cutrim Carvalho Marilena Loureiro da Silva Emerson de Jesus Nascimento Siqueira Júlio Ildefonso Damasceno Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.4351921023	
CAPÍTULO 4	26
PRÁTICAS E PERCEPÇÕES DE FAMÍLIAS RIBEIRINHAS SOBRE RESÍDUOS DOMICILIARES E/OU COMERCIAIS PRODUZIDOS NAS ILHAS TEM-TEM, CACIRI, ILHA GRANDE E JUABA: NECESSIDADE DE COLETA E TRANSPORTE FLUVIAL	
Maria de Fátima Miranda Lopes de Carvalho Maria de Valdivia Norat Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.4351921024	
CAPÍTULO 5	50
PERCEPÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS EM UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA	
Flávia Gonçalves Vasconcelos Fábio Fernandes Rodrigues Vivian da Silva Braz	
DOI 10.22533/at.ed.4351921025	
CAPÍTULO 6	65
ESTUDO DA REMOÇÃO DE COR DE EFLUENTE PROVENIENTE DE SERIGRAFIA EMPREGANDO PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO	
Luciano André Deitos Koslowski Edésio Luiz Simionatto Ana Flavia Costa Jonathan Davide de Abreu Dionivon Gonçalves Eduardo Müller dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4351921026	

CAPÍTULO 7 73

TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO EMPREGANDO INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO E PROCESSO FOTO-ELETRO-FENTON

Daiana Seibert
Fernando Henrique Borba
Alexandre Luiz Schäffer
Carlos Justen
Natan Kasper
Jonas Jean Inticher

DOI 10.22533/at.ed.4351921027

CAPÍTULO 8 83

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÓLEO RESIDUAL: UM PERFIL COMPARATIVO ENTRE TEMPO E FORMAS DE ARMAZENAMENTO DO MATERIAL, UMA BUSCA DE MELHORAR A QUALIDADE DO RESÍDUO

Manuele Lima dos Santos
Gyselle dos Santos Conceição
Davi do Socorro Barros Brasil
Nayara Maria Monteiro da Silva
Rafaela Oliveira Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.4351921028

CAPÍTULO 9 92

PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO PRODUZIDO COM RESÍDUOS DE LOUÇA SANITÁRIA COMO AGREGADO

Diego Henrique de Almeida
Ana Cláudia Moraes do Lago
Rodolfo Henrique Freitas Grillo
Sylma Carvalho Maestrelli
Carolina Del Roveri

DOI 10.22533/at.ed.4351921029

CAPÍTULO 10 96

INFLUÊNCIA DE FATORES SOCIOECONÔMICOS NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS NO DISTRITO FEDERAL

Mikaela Soares Silva Cardoso
Elimar Pinheiro do Nascimento
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti
Francisco Javier Contreras Pineda

DOI 10.22533/at.ed.43519210210

CAPÍTULO 11 104

PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM LISÍMETRO EM ESCALA EXPERIMENTAL PARA ESTUDOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Natália Miranda Goulart
Rafael César Bolleli Faria
Gilcimar Dalló
Luiz Flávio Reis Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.43519210211

CAPÍTULO 12	109
GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: UMA ANÁLISE DO PANORAMA NO BRASIL	
Maria Amélia Zazycki	
DOI 10.22533/at.ed.43519210212	
CAPÍTULO 13	119
INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS ADAPTADAS A ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS URBANOS – CASO PMRR DO GUARUJÁ	
Marcela Penha Pereira Guimarães	
Eduardo Soares de Macedo	
Fabrício Araújo Mirandola	
Alessandra Cristina Corsi	
DOI 10.22533/at.ed.43519210213	
CAPÍTULO 14	128
PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS HOSPITALARES	
Jéssica Stefanello Cadore	
Fernanda Cantoni	
Daniele Kunde	
Angelica Tasca	
Jessica de Oliveira Demarco	
DOI 10.22533/at.ed.43519210214	
CAPÍTULO 15	138
PROCESSO SAÚDE E DOENÇA E DETERMINANTES SOCIOAMBIENTAIS NO BAIRRO NOVO PARAÍSO, ANÁPOLIS – GO	
Gislene Corrêa Sousa de Aquino	
Giovana Galvão Tavares	
France de Aquino	
DOI 10.22533/at.ed.43519210215	
CAPÍTULO 16	150
AS INTERFACES ENTRE GESTÃO AMBIENTAL, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
Cadidja Coutinho	
Cisnara Pires Amaral	
Fernanda Saccomori	
DOI 10.22533/at.ed.43519210216	
CAPÍTULO 17	157
EROSÃO CULTURAL ALIMENTAR: A URBANIZAÇÃO DO RURAL E SUA INTERFERÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM ASSENTAMENTOS DE MARTINÓPOLIS, SP	
Márcia Carvalho Janini	
DOI 10.22533/at.ed.43519210217	
CAPÍTULO 18	171
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM PIPA	
Stanislav Tairov	
Daniel Agnoletto	
Atílio Pinno Fetter	
DOI 10.22533/at.ed.43519210218	

CAPÍTULO 19 181

VARIAÇÃO ESPACIAL DO FITOPLÂNCTON DO RIO URIBOCA (BELÉM, PARÁ) DURANTE O PERÍODO DE MAIOR PRECIPITAÇÃO

Rubney da Silva Vaz
Aline Lemos Gomes
Celly Jenniffer da Silva Cunha
Samara Cristina Campelo Pinheiro
Vanessa Bandeira da Costa Tavares
Eliane Brabo de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.43519210219

CAPÍTULO 20 195

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS DIATOMÁCEAS DO RESERVATÓRIO DE BELÉM (LAGO BOLONHA)- PA

Paola Vitória Brito Pires
Aline Lemos Gomes
Celly Jenniffer da Silva Cunha
Samara Cristina Campelo Pinheiro
Eliane Brabo de Sousa
Vanessa Bandeira da Costa-Tavares

DOI 10.22533/at.ed.43519210220

CAPÍTULO 21 207

COMPARAÇÃO ANATÔMICA E DESCRIÇÃO DA DENSIDADE E MACROSCOPICIDADE DAS ESPÉCIES *Dipteryx alata* VOG. (CUMARU-VERMELHO) E *hymenaea courbaril* L. (JATOBÁ)

Welton dos Santos Barros
Ariel Barroso Monteiro
Daniel André Azevedo Souto
Jamily Moraes Costa
Marcela Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.43519210221

CAPÍTULO 22 217

OBTENÇÃO DE FLOCULANTE VEGETAL CATIÔNICO A PARTIR DE TANINOS EXTRAÍDOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA PRODUÇÃO DE AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ

Márcio de Freitas Velasco
Davi do Socorro Barros Brasil

DOI 10.22533/at.ed.43519210222

CAPÍTULO 23 226

TEOR DE UMIDADE, DENSIDADE BÁSICA E VARIAÇÃO DIMENSIONAL DA MADEIRA DA ESPÉCIE DE *Vouacapoua Americana* AUBL

Nubia Ribeiro Maria
Maria Francinete Sousa Ferreira
Cinthia Manuella Pantoja Pereira
Bruna Maria da Silva Bastos
Mônica Trindade Abreu de Gusmão
Washington Olegário Vieira

DOI 10.22533/at.ed.43519210223

CAPÍTULO 24	235
THERMAL DECOMPOSITION OF FAST GROWING WOODY SPECIES WITH POTENTIAL FOR FIREWOOD PRODUCTION	
Júlio César Gonçalves de Souza Eyde Cristianne Saraiva	
DOI 10.22533/at.ed.43519210224	
CAPÍTULO 25	248
A EVOLUÇÃO DOS DIREITOS INERENTES AO BEM-ESTAR DOS ANIMAIS	
Thiago Alexandre de Oliveira Leite Jorge José Maria Neto	
DOI 10.22533/at.ed.43519210225	
CAPÍTULO 26	256
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE GIRINOS EM CORPOS D'ÁGUA TEMPORÁRIOS EM UMA ÁREA DE CAATINGA DO ESTADO DA PARAÍBA	
Fernanda Rodrigues Meira Leonardo Lucas dos Santos Dantas Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum	
DOI 10.22533/at.ed.43519210226	
CAPÍTULO 27	272
COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO	
José Carlos Alves Barroso Júnior Nestor Leonel Muñoz Hoyos Luiz Olinto Monteggia Eddie Francisco Gómez Barrantes Gabielli Harumi Yamashita	
DOI 10.22533/at.ed.43519210227	
SOBRE OS ORGANIZADORES	286

COMPARATIVO ENTRE TENSOATIVOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS EM PROCESSO DE FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO UTILIZANDO EFLUENTE DE LAGOA DE ALTA TAXA PARA CULTIVO DE MICROALGAS (LAT) ALIMENTADA COM EFLUENTE SANITÁRIO

José Carlos Alves Barroso Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Nestor Leonel Muñoz Hoyos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Luiz Olinto Monteggia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Eddie Francisco Gómez Barrantes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Instituto de Pesquisas Hidráulicas
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Gabrielli Harumi Yamashita

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Programa de Pós-graduação em Engenharia de
Produção
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

RESUMO: A disponibilidade de energia limpa e renovável para o futuro é um dos maiores desafios da sociedade e está intimamente ligada à estabilidade global, a prosperidade econômica e qualidade de vida. O aproveitamento energético a partir de biomassa tem sido explorado por diversos pesquisadores. Uma alternativa atrativa é a produção de biomassa

aliada ao tratamento de efluentes, acarretando na redução dos custos. Este trabalho apresenta o cultivo de biomassa de algas em Lagoa de Alta Taxa (LAT) com posterior separação através da flotação por ar dissolvido (FAD), utilizando dois tensoativos.

A LAT foi operada sob dois regimes diferentes, variando os tempos de detenção hidráulico (TDH), inicialmente utilizou-se TDH de 3 dias e em seguida 7,5 dias. No primeiro regime de operação obteve-se concentração de biomassa de $90,7 \pm 44$ mg/L e para o segundo 125 ± 68 mg/L, porém a produção por área foi mais elevada durante o primeiro regime de operação $9,1 \pm 4,4$ g/(m².d) , quando comparado ao segundo $5,0 \pm 3,4$ g/(m².d). A separação da biomassa (desaguamento) foi realizada a partir da FAD, testando um floculante orgânico (Tanfloc sg) e um coagulante inorgânico (cloreto férrico), sendo o primeiro mais eficiente para a remoção de biomassa, $88,2 \pm 4,3$ %, quando comparado ao coagulante, $66,8 \pm 11,0$ %. O custo por hora de operação do cloreto férrico foi menor, R\$ 2,67, quando comparado com o Tanfloc sg, R\$ 2,98, entretanto para remover a mesma quantidade de biomassa o Tanfloc sg apresentou menor custo.

PALAVRAS-CHAVE: Microalgas, Flotação por Ar Dissolvido, Lagoas de Alta Taxa, Coagulante orgânico, coagulante inorgânico.

ABSTRACT: The availability of clean and renewable energy for the future is one of the biggest challenges of society and is closely linked to global stability, economic prosperity and quality of life. The recovery of energy from biomass has been studied by several researchers in the last decades. An attractive alternative is the production of biomass coupled with treatment of effluents to allow for cost reductions. This work presents the cultivation of algal biomass in high-rate pond (HRP) with subsequent separation by dissolved air flotation (DAF) using two surfactants. The HRP was operated under two different regimes, varying the hydraulic retention time (HRT), which was initially operated with 3 days HRT and then 7.5 days. In the first regime it was obtained a biomass concentration of 90.7 ± 44 and of 125.6 ± 68.3 mg / L in the second. Moreover, the production per area was highest during the first operation regime 9.1 ± 4.4 g / ($m^2 \cdot d$) compared to the second 5.0 ± 3.4 g / ($m^2 \cdot d$). Separation of the biomass (dewatering) was achieved by means of DAF, using an organic flocculant (Tanfloc sg) and an inorganic coagulant (ferric chloride), the former being more effective for the removal of biomass, $88.2 \pm 4.3\%$ when compared to coagulant, $66.8 \pm 11\%$. The operating costs per hour of ferric chloride was smaller, R\$ 2.67, compared with Tanfloc sg, R\$ 2.98, however to remove the same amount of biomass, Tanfloc sg showed lower cost.

KEYWORDS: Microalgae, dissolved air flotation, high open pond, organic flocculant, inorganic coagulant.

1 | INTRODUÇÃO

A disponibilidade de energia limpa e renovável para o futuro é um dos maiores desafios da sociedade e está intimamente ligada a estabilidade global, a prosperidade econômica e qualidade de vida (GOUVEIA; OLIVEIRA, 2009)nitrogen and sulfur oxides. Neste aspecto a biomassa é um recurso abundante e renovável que pode ser convertido em diferentes produtos químicos, combustíveis e outros materiais de valor agregado (CHUM; OVEREND, 2001), podendo também serem cultivadas a partir de resíduos sanitários e industriais (BARROSO, 2015; BENEMANN, 2008; PITTMAN; DEAN; OSUNDEKO, 2011).

Frequentemente aliada ao tratamento de esgotos, as microalgas, quando cultivadas e controladas em LAT, auxiliam o tratamento de águas residuárias na remoção de nutrientes como fósforo e nitrogênio e possuem potencial energético elevado(CAI; PARK; LI, 2013; CRAGGS; SUTHERLAND; CAMPBELL, 2012; GARCÍA et al., 2006; SUTHERLAND et al., 2015).

A remoção de microalgas do meio líquido pode se obtida a partir de vários processos como o processo de coagulação, quando o agente químico é adicionado ao efluente ocorre a hidrólise, polimerização e a reação com a alcalinidade, formando hidróxidos comumente chamados de gel, compostos de íons positivos (MÁXIMO, 2007; ROEHRS, 2007).

Como a maioria das partículas coloidais e em suspensão possuem cargas negativas em sua superfície, os íons formados na hidrólise desestabilizarão as cargas destas partículas, reduzindo o potencial zeta até próximo à zero, permitindo a aproximação e aglomeração das partículas e, como consequência, a formação dos flocos. Desse modo, os aglomerados poderão ser separados na decantação, flotação ou filtração (MÁXIMO, 2007; ROEHRS, 2007).

A formação de flocos ocorre em 2 etapas, descritas a seguir: inicialmente a mistura rápida, conhecida como coagulação; em seguida a floculação. Após a coagulação, as partículas apresentam tamanho variando entre 0,5 μm e 5 μm e são chamadas de partículas primárias. Na Etapa seguinte, na floculação, são formados flocos maiores capazes de sedimentar, com tamanho de 0,1 mm a 5mm (ØDEGAARD, 1998; SANTOS, 2001).

O cultivo de algas a partir de efluentes e resíduos industriais eliminam custos significativos, tais como o custo de suprimento de CO_2 e nutrientes, consumo de água e bombeamentos, contribuindo para a viabilização do processo de produção de energia e proteção do ambiente (CHISTI, 2007; CRAGGS; SUTHERLAND; CAMPBELL, 2012; DONOHUE; COGDELL, 2006; HU; SOMMERFELD, 2008).

Os floculantes orgânicos são uma alternativa atrativa para a floculação de algas, pois estes reagem primeiramente com os sólidos em suspensão (LEE et al., 2012), enquanto os coagulantes químicos tendem a reagir não somente com partículas coloidais mas também com o fósforo presente no efluente (GREGOR; NOKES; FENTON, 1997; MOFFETT, 1968). Outro ponto favorável na utilização de floculantes orgânicos é que este gera um lodo orgânico, o qual pode ser aplicado para diversos fins, por exemplo, adubo após o aproveitamento energético do lodo (BARROSO, 2015; BARROSO et al., 2016).

Coagulação/floculação química é a principal abordagem para a otimização econômica dos processos de adensamento de microalgas. A aplicação destes métodos é necessária principalmente devido aos grandes volumes de culturas de microalgas que devem ser processados e a necessidade de um método universal que pode ser aplicável a grande variedade de espécies (UDUMAN et al., 2010). Este processo de coagulação/floculação é utilizado para concentrar sólidos em suspensão 20-100 vezes (VANDAMME; FOUBERT; MUYLEAERT, 2013). Ele aumenta eficazmente o tamanho de partícula, antes do desaguamento, portanto, influência de forma significativa, reduzindo a demanda de energia (MOLINA GRIMA et al., 2003; SALIM et al., 2011).”A flotação por ar dissolvido (FAD) caracteriza-se pela produção de elevado número de bolhas com diâmetro menor que 100-150 μm . Surgiu em meados da década de 20, inicialmente para recuperação de fibras de papel e posteriormente obtiveram várias outras finalidades, como remoção de sólidos suspensos de pequeno diâmetro, passando por indústrias do papel, alimentícias, petroquímicas e tratamento de águas e esgotos (RODRIGUES, 1999; TCHOBANOGLIOUS et al., 2015).

Um grande número de experimentos mostram a recuperação de produtos, tais

como óleo (AL-SHAMRANI; JAMES; XIAO, 2002a, 2002b; HOSNY, 1996; LI et al., 2007; RODRIGUES, 1999; ZOUBOULIS; AVRANAS, 2000), minerais (ENGLERT; RODRIGUES; RUBIO, 2009), algas (TEIXEIRA; ROSA, 2007; TEIXEIRA; SOUSA; ROSA, 2010) Portugal e nos casos em que a escassez de água é o desafio, é de grande auxílio na melhoria da sua qualidade (EDZWALD, 1995; KITCHENER; GOCHIN, 1981).

No caso de microalgas, PIENKOS; DARZINS, (2009) afirmam que a extração e operações de desaguamento são um dos principais desafios econômicos para o processamento de biocombustíveis de algas. A produção pode atingir 10 g/L de biomassa seca, a qual é substancialmente mais elevada do que a remoção de partículas finas em purificação de água por sistemas FAD. GUDIN e TAMPIER,(2009) estimou que a extração e desaguamento pode ser responsável por 30 % - 50 % do custo total de produção.

A FAD é altamente atrativa como meio de separação da biomassa de algas, já que esta é mais indicada em casos de separação de sólidos/líquido quando se trata de sólidos suspensos pequenos e/ou com densidades parecidas com a da água, como é o caso das microalgas.

Neste trabalho foi avaliada a produção de microalgas em diferentes regimes operacionais, mediante variação do tempo de detenção hidráulico (TDH) para a produção de biomassa algal com posterior separação por FAD quimicamente assistida, avaliando o custo para cada tensoativo utilizado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na planta experimental de tratamento de águas residuárias do IPH, localizada na ETE São João Navegantes / DMAE, em Porto Alegre - RS.

O sistema experimental constituiu de uma LAT alimentada com efluente do reator UASB seguido de sistema de coagulação/floculação e Flotação por Ar Dissolvido (FAD).

O reator UASB foi utilizado como etapa de pré-tratamento para alimentação das lagoas, com foco na remoção de sólidos e matéria orgânica facilmente biodegradável.

A LAT é estruturada com fundo e diques revestidos em concreto, com taludes inclinados à 45° e impermeabilizada para evitar perdas por infiltração. Dispõe ainda de uma pá impulsora para promover a mistura completa impedindo a estratificação e sedimentação das algas.



Fig. 1 – Sistema piloto de tratamento de efluentes.

O sistema de separação sólido/líquido é composto por:

- Sistema de coagulação/floculação de mistura mecanizada é composto por um coagulador para mistura rápida e três câmaras de mistura lenta, compondo um floculador com dimensões de 2 m de comprimento por 1 m de largura e altura total de 0,55 m, operado com lâmina d'água de 0,45 m. A Tabela 1 apresenta as características de cada câmara.

- Um flotador convencional de operação contínua executado em chapas de acrílico para permitir a visualização do efeito de separação de sólidos e constituído de 3 câmaras, identificadas a seguir:

- Câmara de ascensão: 0,55 m x 0,1 m x 1,80 m (largura x comprimento x altura);
- Câmara de separação sólido-líquido: 0,55 m x 0,70 m x 1,85 m;
- Caixa coletora de lodo flotado: 0,55 m x 0,30 m x 0,20 m;

O volume útil total do flotador é de 1,12m³(0,55m x 1,10m x 1,85m).

- Um vaso de pressão com diâmetro interno de 97,8 mm e altura de 1,45m, tendo uma faixa de 80 cm preenchida com “*pall rings*” de 25 mm para a saturação da fase líquida.

- Um compressor de ar acionado por motor elétrico de 3CV para realizar a pressurização do vaso, normalmente em 3 atmosferas.

- Uma bomba dosadora helicoidal Netzsch com vazão máxima de 14 L/h, para dosagem do coagulante/floculante;

- Uma bomba helicoidal Netzsch para recirculação com vazão máxima de 800 L/h;

- Uma bomba centrífuga alimentadora do sistema de flotação com vazão máxima

de 2,5m³/h;

	Mistura Rápida (coagulador hidráulico)	Mistura Lenta		
		Câmara 1	Câmara 2	Câmara 3
Volume (m ³)	0,0033	0,149	0,234	0,466
TDH (s)	7	316	496	987
Gradiente (s ⁻¹)	2000	75	50	25
Nº de agitadores	-	3	2	1

Tabela 1 - Dimensões e Parâmetros Básicos de Operação do Sistema de Coagulação/ Floculação.

O experimento na LAT foi subdividido em duas Etapas, caracterizado pelo TDH das lagoas, conforme apresentado na Tabela 2. Para avaliar o efeito do coagulante e floculante utilizado foram realizados testes de jarros para otimização de dosagens, efeito do pH, gradiente e tempo de mistura da floculação.

TDH (dias)	Período de Operação LAT	Volume (m ³)	Vazão (m ³ /h)	A _s (m ²)	Taxa de aplicação superficial (m ³ /m ² □d)
1,67	03/2012 a 05/2013 (Etapa I)	80	2,01 ± 0,2	8	0,32
4,1	03/2014 a 03/2015 (Etapa II)	80	0,80 ± 0,2	148	0,13

Tabela 2 - Etapas de Operação dos Sistemas.

O tempo de coagulação foi mantido em 1 minuto e o tempo de floculação na faixa de 20 a 40 minutos, o tempo de sedimentação foi mantido constante no valor de 30 minutos.

Nesta Etapa foram testados um coagulante inorgânico; cloreto férrico e um floculante orgânicos Tanfloc SG (TANAC S.A).

Os testes de separação sólido/líquido, em escala piloto, foram realizados em triplicata para cada coagulante/floculante, sendo operado em bateladas de 4 horas, para maior confiabilidade do sistema. Durante uma hora e meia de operação não foi coletada amostra do efluente, devido ao TDH total do sistema de separação (uma hora e 10 minutos). Após este tempo foram realizadas coletas a cada 30 minutos de operação, compondo cinco amostras por teste. Após é realizada a mesclagem das cinco amostras é coletada uma amostra homogênea final do efluente para quantificação dos parâmetros físico-químicos. A biomassa flotada de microalgas é coletado em tempo integral e ao final coleta-se uma amostra homogeneizada do todo.

As análises foram baseadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2003), exceto a análise de clorofila-*a*, baseada em (WETZEL; LIKENS, 2000) e a análise de lipídios, baseada em Parte superior do formulário (BLIGH;

DYER, 1959; RANJAN; PATIL; MOHOLKAR, 2010). A análise estatística dos dados foi feita utilizando os testes ANOVA e Tukey considerando a significância de 5 % ($p=0,05$) com o *software Minitab 17*, 2014.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do efluente

O efluente sanitário utilizado neste trabalho foi coletado a partir de uma bomba submersível localizada no tanque do efluente bruto (pós desarenação) da estação de tratamento de esgoto São João Navegante em Porto Alegre- RS, Brazil.

As características do efluente bruto (afluente ao reator UASB) e do efluente do reator UASB (afluente a LAT) são apresentadas pela Tabela 3.

O reator UASB foi utilizado como etapa de pré-tratamento do efluente sanitário, auxiliando na retenção de sólidos sedimentáveis, reduzindo o acúmulo de sólidos no fundo da LAT. Este apresentou grande importância também na quebra de aminoácidos, proteínas e outros, elevando a concentração de amônia no efluente (amonificação), o que possibilita maior disponibilidade para a conversão da amônia em nitrito e nitrato na LAT, facilitando a assimilação do nitrogênio pelas microalgas (BARROSO, 2015; LOURENÇO, 2009; REZENDE et al., 2003).

O reator UASB auxilia também na remoção de matéria orgânica facilmente biodegradável, reduzindo parâmetros como a DQO, DBO, sólidos totais e sólidos suspensos voláteis (MONTEGGIA, 1991).

Parâmetro*	Etapa I		Etapa II	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Alcalinidade	189± 59 ^a	216 ± 31 ^b	195 ± 15 ^a	229 ± 22 ^b
ST	432 ± 183 ^a	323 ± 90 ^b	381 ± 56 ^a	325 ± 41 ^b
SSV	77,2 ± 28 ^a	24,1 ± 24 ^b	89,9 ± 39 ^a	30,7 ± 10 ^b
DBO	229 ± 65 ^a	130 ± 63 ^b	214 ± 93 ^a	147 ± 54 ^b
DQO	338 ± 161 ^a	246 ± 180 ^b	330 ± 217 ^a	126 ± 97 ^b
COT	-	-	71,9 ± 32 ^a	28,4 ± 5,8 ^b
NTK	43,1 ± 18 ^a	43 ± 5,2 ^a	40,3 ± 13 ^a	36,3 ± 6,6 ^a
N-Amoniacal	22,7 ± 9,1 ^a	26,7 ± 9,1 ^a	26,4 ± 11 ^a	32,3 ± 7,3 ^a
Pt	-	-	2,7 ± 1,4 ^a	2,63 ± 0,4 ^a
Fosfato	2,04 ± 1,1 ^a	2,72 ± 0,3 ^b	1,56 ± 0,6 ^a	2,47 ± 0,7 ^b

* valores expressos em mg/L. **análise estatística com valor de $p=0,05$. Produção e caracterização da biomassa

Tabela 3 - Caracterização do afluente e efluente do reator UASB.

A produção de biomassa de algas na LAT apresentou diferenças significativas para

diferentes regimes de operação. A Tabela 4 apresenta resultados da produtividade de biomassa para as diferentes etapas. Na Etapa II há maior concentração de biomassa, porém durante a Etapa I a produtividade de biomassa é maior, levando-se em conta a produção por unidade de área e tempo.

	Etapa I	Etapa II
Média (mg/L)	90,7 ± 44 ^b	125 ± 68 ^a
Máximo (mg/L)	177	294,3
Mínimo (mg/L)	18,0	30,0
Q (m³/h)	2,0	0,8
Biomassa (g/(m².d))	9,1 ± 4,4 ^a	5,0 ± 3,4 ^b

Tabela 4 - Valores médios da produtividade de biomassa para Etapa I e II.

A produção de microalgas pode ser obtida através da clorofila-a, já que esta consiste em elemento essencial das células de organismos fotossintetizantes. A Tabela 5 permite visualizar os valores de concentração na LAT.

	Etapa I	Etapa II
Média (mg/L)	1,02 ± 0,7	1,52 ± 1,1
Máximo (mg/L)	2,72	4,85
Mínimo (mg/L)	0,07	0,01

Tabela 5 - Valores médios de Clorofila-a para Etapa I e II.

A análise estatística comprovou que há diferença significativa entre os dados da concentração de clorofila-a para as Etapas I e II ($p = 0,016$), sendo mais elevada durante a Etapa II.

	Cloreto Férrico 40 mg/L		Tanfloc sg 50 mg/L	
	Remoção FAD	Remoção total	Remoção FAD	Remoção total
Sólidos Totais	33,5 ± 5,2	33,3 ± 5,5	41,5 ± 6,6	40,8 ± 7,2
Sólidos Suspensos Voláteis	66,8 ± 11,0	74,0 ± 11,2	88,2 ± 4,3	90,6 ± 5,6
Clorofila-a	52,5 ± 4,1%	-	91,2 ± 4,6%	-

Tabela 6 – Comparativo de remoção de biomassa para cada coagulante/floculante.

O desaguamento das microalgas ocorreu a partir da coagulação/floculação com posterior flotação, resultando em uma biomassa de microalgas adensada, utilizada para análises da biomassa. A Tabela 6 apresenta o coagulante e floculante utilizado seguido de sua dosagem e eficiência de remoção. A Tabela 6 apresentam resultados que permitem concluir que o floculante Tanfloc sg é mais indicado para a remoção de microalgas cultivadas em LAT alimentadas com efluente sanitário por meio da FAD,

já que este apresenta maior eficiência na remoção de sólidos suspensos totais e clorofila-a (fatores de medição direta de microalgas).

A utilização das microalgas como fonte de energia é baseada principalmente pelo teor de lipídios e/ou a produção de biogás através da digestão anaeróbia (BENEMANN; OSWALD, 1996; MEHRABADI; CRAGGS; FARID, 2015; PIENKOS, 2007).

O resultado da análise de lipídios das microalgas apresentaram teor de lipídios médio de $7,0 \pm 0,3$ %, pesquisas menos recentes em condições controladas de temperatura, radiação e meio de cultura e obtiveram valores médios de 30 % (RODOLFI et al., 2009), considerando baixo o valor alcançado neste trabalho, porém pesquisas mais atuais, também em condições controladas, apresentam valores entre 11,6 % e 15,2 % (HO et al., 2013).

Os valores de lipídios obtidos neste trabalho são inferiores aos comparados com a bibliografia, porém neste projeto os custos de produção são inferiores aos demais comparados (cobertos pela estação de tratamento de efluentes).

3.2 Levantamento dos custos de produção

Os custos da produção de biomassa de algas em LAT pode ser dividido em duas partes; i) produção de microalgas; ii) desaguamento ou adensamento da biomassa; apresentados nas Tabelas 7 e 8. Neste trabalho não foi levado em consideração os custos de implementação dos sistemas físicos, já que este custo é igual para qualquer um dos coagulantes/floculantes testados.

	Produção de microalgas	Desaguamento/Adensamento
Motor	1 motor de 1 cv (0,96 KW)	1 motobomba helicoidal (0,8KW) 1 motobomba centrífuga (2,2 KW)
Coagulante (39 % de pureza)		R\$ 1,70/litro
Floculante (25 % de pureza)		R\$ 2,50/litro

Tabela 7 - Custos da produção e adensamento de microalgas.

Fonte: <http://www.eletronpaineis.com.br/downloads/26.pdf>

As dosagens ótimas de coagulante/floculante permite calcular o custo dos gastos com produtos químicos, como este é inserido por unidade de tempo adotou-se o custo por hora, apresentado na Tabela 9, o cálculo do custo energético foi realizado a partir das tarifas cobradas pela Agência Nacional de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL).

A Tabela 8 apresenta os custos de funcionamento do sistema de separação sólido/líquido. A utilização do cloreto férrico gera menor custo ao sistema, quando comparado ao Tanfloc sg, obtendo diferença no custo de R\$ 223/mês, considerado o

funcionamento do sistema de desaguamento de 24 horas por dia e 30 dias por mês.

Processo	Custo Cloreto Férrico (R\$/(h.d))	Custo Tanfloc sg (R\$/(h.d))
Produção de microalgas	0,56	0,56
Desaguamento (bombas)	1,74	1,74
Desaguamento (Produto químico)	0,37	0,68
Total (R\$/h)	2,67	2,98
Funcionamento de 30 dias por 6h/d	480	536
Funcionamento de 30 dias por 24h/d	1922	2145

Tabela 8 - Comparativo dos custos para os coagulantes/floculantes

*considerando o valor de 1 kwh = R\$ 0,58

(Fonte: CEEE, 2015).

O Tanfloc sg apresentou maior eficiência de remoção de biomassa como já visto por outros autores (LEE et al., 2012; YANG; QIAN; SHEN, 2004), porém com custo mais elevado. Entretanto, ao analisar o conjunto da eficiência com base nos custos é possível verificar que para a Etapa I o Tanfloc sg remove em média 19,4 g/(m³.h) a mais que o cloreto férrico e para Etapa II a diferença de remoção é ainda mais elevada em torno de 26,8 g/(m³.h).

Para que o cloreto férrico tenha a mesma remoção de biomassa apresentada pelo Tanfloc sg é necessário que o sistema alimentado com cloreto férrico opere por 0,32 h mais por hora de processo, desta forma o custo de funcionamento considerando 24 h por dia e 30 dias por mês que eram R\$ 1922/mês seria de R\$ 2537/mês. Porém como não há possibilidade do dia ter mais de 24 h, seria necessário construir outra planta de FAD para que o processo utilizando cloreto férrico remova a mesma quantidade de biomassa apresentada pelo Tanfloc sg.

Desta forma, analisando o custo para remoção da mesma quantidade de biomassa para os dois surfactantes testados tem-se o menor custo utilizando o Tanac sg, reduzindo o custo total em R\$ 392,00/mês.

Outro ponto forte do Tanac sg é ser um floculante orgânico, assim, junto como a biomassa de microalgas (orgânica) forma-se uma nova biomassa orgânica que pode ser utilizada como fonte energética e ao final do processo o resíduo sólido pode ser utilizado como matéria prima para a confecção de adubo, após o devido tratamento, caso necessário.

A biomassa quando utilizado o cloreto férrico deve ser estudada mais a fundo, pois esta terá elevada concentração de ferro na biomassa, neste aspecto a biomassa pode ser uma fonte de energia e após a utilização do potencial energético deve-se descartar devidamente o resíduo sólido, podendo gerar custos para este descarte.

Se for analisado o o efluente líquido final do processo de desaguamento

(coagulação-floculação-flotação), será necessário a correção do pH quando utilizado cloreto férrico (pH final = 5,6), já para o caso do Tanac sg, além de remover mais sólidos da fase líquida, o pH não sofre elevadas alterações, estabelecendo-se na faixa do neutro (6,0 -8,0).

4 | CONCLUSÃO

O estudo mostrou que o cultivo controlado de microalgas em LAT alimentadas com efluente sanitário é atrativo e tem o potencial de produzir elevadas quantidades de biomassa energética. Obtendo produção de biomassa de algas por área mais elevada ao operar a LAT com menor TDH 2,2 dias quando comparado ao TDH de 4,1 dias.

Os tensoativos apresentaram desempenho elevado na remoção e adensamento de microalgas, as quais apresentam potencial energético para auxiliar na redução de custos de plantas de tratamento de efluentes sanitários e/ou industriais.

A porcentagem média de lipídios encontrada nas microalgas foi de $7,0 \pm 0,3$ %, sendo atrativa, já que o custo de produção desta é baixo quando comparado com cultivos terrestres e cultivos sob condições controladas de microalgas.

A utilização do floculante Tanfloc sg apresentou maior eficiência de remoção da biomassa do meio líquido, apesar de apresenta maior custo, porém quando analisado o custo por remoção de biomassa este apresenta menor custo quando comparado com o cloreto férrico.

Para o tratamento de efluente verificou que há mais vantagens quando se utiliza o Tanac sg, pois este além de não modificar significativamente o pH do efluente final resulta em uma biomassa orgânica que pode ser incorporada na produção de adubo, após o tratamento caso seja necessário, já para o cloreto férrico a biomassa deve ser analisada e verificar quais as possíveis utilizações.

REFERÊNCIAS

ØDEGAARD, H. **OPTIMISED PARTICLE SEPARATION IN THE PRIMARY STEP OF WASTEWATER TREATMENT.** Water Science and Technology, v. 37, p. 43–53, 1998.

AL-SHAMRANI, A. .; JAMES, A.; XIAO, H. **Separation of oil from water by dissolved air flotation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 209, n. 1, p. 15–26, 2002a.

AL-SHAMRANI, A. A.; JAMES, A.; XIAO, H. **Destabilisation of oil-water emulsions and separation by dissolved air flotation.** Water Research, v. 36, n. 6, p. 1503–1512, 2002b.

APHA. **American Public Health Association, et al. Standard methods for the examination of water and wastewater.** 2. ed. [s.l.] American Public Health Association., 2003.

BARROSO, J. A. **PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE ALGAS EM LAGOAS DE ALTA TAXA ALIMENTADAS COM ESGOTO SANITÁRIO COM POSTERIOR SEPARAÇÃO POR FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO.** Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento

Ambiental., 2015.

BARROSO, J. A. et al. **Comparativo entre tensoativos orgânicos e inorgânicos em processo de flotação por ar dissolvido utilizando efluente de lagoa de alta taxa para cultivo de microalgas (LAT) alimentada com efluente sanitário.** Congresso FIEMA, 2016.

BENEMANN, J. R. Overview : **Algae Oil to Biofuels (annotated presentation) Abstract – a short history of algae biofuels.** Fuel, n. 925, 2008.

BENEMANN, J. R.; OSWALD, W. J. **Systems and Economic Analysis of Microalgae Ponds for Conversion of CO₂ to Biomass** Pittsburgh, PA Dept. of Energy Pittsburgh Energy technology Center, , 1996.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification.** Canadian Journal Biochemistry Physiological, v. 27, p. 911–917, 1959.

CAI, T.; PARK, S. Y.; LI, Y. **Nutrient recovery from wastewater streams by microalgae: Status and prospects.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 19, p. 360–369, mar. 2013.

CHISTI, Y. **Biodiesel from microalgae.** Biotechnology advances, v. 25, n. 3, p. 294–306, 2007.

CHUM, H. L.; OVEREND, R. P. **Biomass and renewable fuels.** Fuel Processing Technology, v. 71, n. 1–3, p. 187–195, 2001.

CRAGGS, R.; SUTHERLAND, D.; CAMPBELL, H. **Hectare-scale demonstration of high rate algal ponds for enhanced wastewater treatment and biofuel production.** Journal of Applied Phycology, v. 24, n. 3, p. 329–337, 2012.

DONOHUE, T. J.; COGDELL, R. J. **Microorganisms and clean energy.** Nature Reviews Microbiology, v. 4, n. 11, p. 800, 2006.

EDZWALD, J. K. **Principles and applications of dissolved air flotation.** Water Science Technologies, 1995.

ENGLERT, A. H.; RODRIGUES, R. T.; RUBIO, J. **Dissolved air flotation (DAF) of fine quartz particles using an amine as collector.** International Journal of Mineral Processing, v. 90, n. 1–4, p. 27–34, 2009.

GARCÍA, J. et al. **Long term diurnal variations in contaminant removal in high rate ponds treating urban wastewater.** Bioresource Technology, v. 97, n. 14, p. 1709–1715, 2006.

GOUVEIA, L.; OLIVEIRA, A. C. **Microalgae as a raw material for biofuels production.** Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 36, n. 2, p. 269–274, fev. 2009.

GREGOR, J. E.; NOKES, C. J.; FENTON, E. **Optimising natural organic matter removal from low turbidity waters by controlled pH adjustment of aluminium coagulation.** Water Research, v. 31, n. 12, p. 2949–2958, 1997.

HO, S. H. et al. **Characterization and optimization of carbohydrate production from an indigenous microalga *Chlorella vulgaris* FSP-E.** Bioresource Technology, v. 135, p. 157–165, 2013.

HOSNY, A. Y. **Separating oil from oil-water emulsions by electroflotation technique.** Separations Technology, v. 6, n. 1, p. 9–17, 1996.

HU, Q.; SOMMERFELD, M. **Photobioreactors: Design Considerations for Sustainable High-Yield Algal Oil Production.** 2008 NREL-AFOSR Joint Workshop on Algal Oil for Jet Fuel Production, v.

85212, p. 1–15, 2008.

KITCHENER, J. A.; GOCHIN, R. J. **The mechanism of dissolved air flotation for potabela water: basic analysis and a proposal.** Water Research, v. 15, n. 5, p. 585–590, 1981.

LEE, K. E. et al. **Development, characterization and the application of hybrid materials in coagulation/flocculation of wastewater: A review.** Chemical Engineering Journal, v. 203, p. 370–386, 2012.

LI, X. et al. **Separation of Oil from Wastewater by Air Flotation.** Flotation Technology: Volume 12, v. 17, n. 4, p. 85–119, 2007.

LOURENÇO, S. DE O. **Las microalgas en Brasil.** Research on microalgal cultivation to produce biofuels in Brazil. 2009.

MÁXIMO, V. A. **Tratamento Por Coagulação-Floculação Dos Lixiviados Do Aterro Sanitário Da Região Metropolitana De Florianópolis.** 2007.

MEHRABADI, A.; CRAGGS, R.; FARID, M. M. **Wastewater treatment high rate algal ponds (WWT HRAP) for low-cost biofuel production.** Bioresource Technology, v. 184, p. 202–214, maio 2015.

MOFFETT, J. W. **The Chemistry of High-Rate Water Treatment.** American Water Works Association, v. 59, n. 11, p. 1393–1412, 1968.

MOLINA GRIMA, E. et al. **Recovery of microalgal biomass and metabolites: Process options and economics.** Biotechnology Advances, v. 20, n. 7–8, p. 491–515, 2003.

MONTEGGIA, L. O. **The Use of Specific Methanogenic Activity for Controlling Anaerobic Reactors.** Ph.D. diss., University of Newcastle, 1991.

PIENKOS, P. T. **The potential for biofuels from algae.** Algae Biomass Summit, 2007.

PIENKOS, P. T.; DARZINS, A. **Perspective: Jatropha cultivation in southern India: Assessing farmers' experiences.** Biofuels, Bioproducts and Biorefining, v. 6, n. 3, p. 246–256, 2009.

PITTMAN, J. K.; DEAN, A. P.; OSUNDEKO, O. **The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater resources.** Bioresource Technology, v. 102, n. 1, p. 17–25, 2011.

RANJAN, A.; PATIL, C.; MOHOLKAR, V. S. **Mechanistic assessment of microalgal lipid extraction.** Industrial and Engineering Chemistry Research, v. 49, n. 6, p. 2979–2985, 2010.

REZENDE, O. DE O. et al. **Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável.** Ecologia, p. 52, 2003.

RODOLFI, L. et al. **Microalgae for oil: Strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor.** Biotechnology and Bioengineering, v. 102, n. 1, p. 100–112, 2009.

RODRIGUES, R. T. **Tratamento de águas oleosas de plataformas marítimas por flotação por gás dissolvido.** p. 101, 1999.

ROEHRS, F. **Tratamento Físico - Químico de Lixiviado de Aterro Sanitário por Filtração Direta Ascendente FABIO ROEHRS Tratamento Físico - Químico de Lixiviado de Aterro Sanitário por Filtração Direta Ascendente.** 2007.

SALIM, S. et al. **Harvesting of microalgae by bio-flocculation.** Journal of Applied Phycology, v. 23,

n. 5, p. 849–855, 2011.

SANTOS, H. R. **Aplicação De Coagulantes No Afluente De Reator Anaeróbio De Leito Expandido Alimentado Com Esgoto Sanitário.** p. 166, 2001.

SUTHERLAND, D. L. et al. **Enhancing microalgal photosynthesis and productivity in wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production.** *Bioresource Technology*, v. 184, p. 222–229, 2015.

TAMPIER, M. **Microalgae Technologies and Processes for Biofuels/Bioenergy Production in British Columbia.** Current Technology, Suitability and Barriers to Implementation Prepared for The British Columbia Innovation Council, 2009.

TCHOBANOGLIOUS, G. et al. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos.** 5ª edição ed. [s.l.: s.n.].

TEIXEIRA, M. R.; ROSA, M. J. **Comparing dissolved air flotation and conventional sedimentation to remove cyanobacterial cells of *Microcystis aeruginosa*. Part II. The effect of water background organics.** *Separation and Purification Technology*, v. 53, n. 1, p. 126–134, 2007.

TEIXEIRA, M. R.; SOUSA, V.; ROSA, M. J. **Investigating dissolved air flotation performance with cyanobacterial cells and filaments.** *Water Research*, v. 44, n. 11, p. 3337–3344, 2010.

UDUMAN, N. et al. **Dewatering of microalgal cultures: A major bottleneck to algae-based fuels.** *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, v. 2, n. 1, 2010.

VANDAMME, D.; FOUBERT, I.; MUYLEAERT, K. **Flocculation as a low-cost method for harvesting microalgae for bulk biomass production.** *Trends in Biotechnology*, v. 31, n. 4, p. 233–239, 2013.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis.**”. 357. ed. Philadelphia: WB Saunders Co., 2000.

YANG, W. Y.; QIAN, J. W.; SHEN, Z. Q. **A novel flocculant of Al(OH)₃-polyacrylamide ionic hybrid.** *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 273, n. 2, p. 400–405, 2004.

ZOUBOULIS, A. I.; AVRANAS, A. **Treatment of oil-in-water emulsions by coagulation and dissolved-air flotation.** *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 172, n. 1–3, p. 153–161, 2000.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Felipe Santana Machado



Felipe é professor de biologia, especialista em morfofisiologia animal e gestão ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais. Participa do grupo de pesquisa CNPq “Diversidade, Sistemática e Biogeografia de Morcegos Neotropicais” como colaborador.

Aloysio Souza de Moura



Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-143-5

