

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a) o texto completo desta Dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/08/2020.



Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"
Programa Interunidades



Mestrado

Engenharia Civil e Ambiental

DÉBORA FERNANDA SANTOS DA SILVA

**SEPARAÇÃO DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA NEGRA
DIGERIDA ANAEROBIAMENTE POR MEIO DA
COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO UTILIZANDO A
MORINGA OLEIFERA LAM COMO COAGULANTE NATURAL**

Bauru
2019



DÉBORA FERNANDA SANTOS DA SILVA

**SEPARAÇÃO DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA NEGRA
DIGERIDA ANAEROBIAMENTE POR MEIO DA
COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO UTILIZANDO A
MORINGA OLEIFERA LAM COMO COAGULANTE NATURAL**

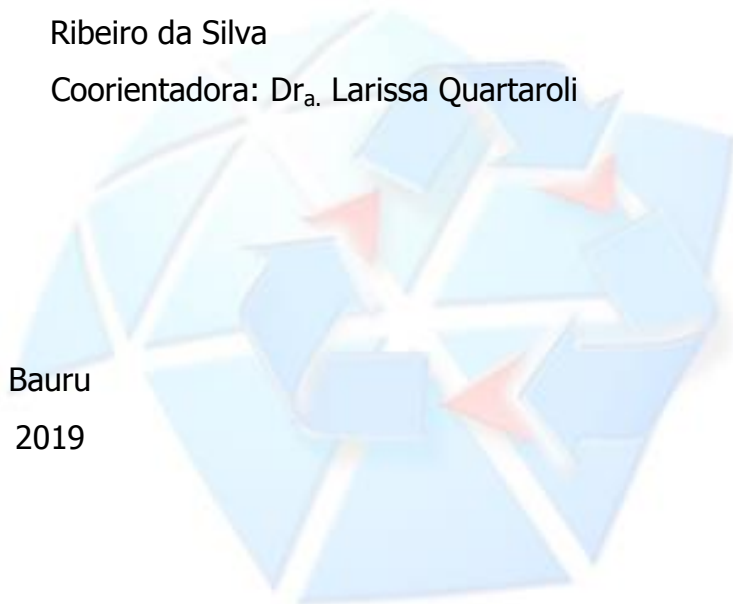
Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Área de Concentração Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Ribeiro da Silva

Coorientadora: Dr^a. Larissa Quartaroli

Bauru

2019



Silva, Débora Fernanda Santos da.

Separação de microalgas cultivadas em água negra digerida anaerobiamente por meio da coagulação/floculação e sedimentação utilizando a *Moringa Oleifera* Lam como coagulante natural / Débora Fernanda Santos da Silva, 2019

140 f. : il.

Orientador: Gustavo Henrique Ribeiro da Silva

Coorientadora: Larissa Quartaroli

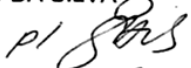
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2019

1. Microalgas. 2. Nutrientes. 3. Coagulantes naturais. 4. *Moringa Oleifera* Lam. 5. Fertilizante orgânico. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE DÉBORA FERNANDA SANTOS DA SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 12 dias do mês de agosto do ano de 2019, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-graduação da FEB, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. GUSTAVO HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP - Bauru, Prof. Dr. RODRIGO BRAGA MORUZZI do(a) Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento - DEPLAN / Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) de Rio Claro – UNESP, Prof. Dr. ANDRE LUIZ DE OLIVEIRA do(a) Departamento de Engenharia Civil / Universidade Federal de Uberlândia, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de DÉBORA FERNANDA SANTOS DA SILVA, intitulada **SEPARAÇÃO DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA NEGRA DIGERIDA ANAEROBICAMENTE POR MEIO DA COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO UTILIZANDO A MORINGA OLEIFERA LAM COMO COAGULANTE NATURAL**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. GUSTAVO HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA 

Prof. Dr. RODRIGO BRAGA MORUZZI 

Prof. Dr. ANDRE LUIZ DE OLIVEIRA 

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

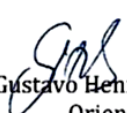
A COMISSÃO EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DA ALUNA:
DÉBORA FERNANDA SANTOS DA SILVA

DE: "SEPARAÇÃO DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA NEGRA Digerida ANAEROBICAMENTE
POR MEIO DA COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO UTILIZANDO A MORINGA OLEIFERA
LAM COMO COAGULANTE NATURAL."

PARA:

*Separação de Microalgas cultivadas em Água Negra Digerida
Anaerobicamente por Meio de Coagulação/Floculação e Sedimentação
Utilizando a Moringa Oleifera Lam como Coagulante Natural*

Bauru, 12 de agosto de 2019.


Prof. Dr. Gustavo Henrique Ribeiro da Silva
Orientador

AGRADECIMENTOS

Á Deus, que mediante a leitura de sua palavra sagrada me contribuiu com muita fé, força e esperança, me guiando a cada passo, sentimento e vitória. És o Senhor da minha vida.

Á minha família, especialmente aos meus pais, José Neto e Luzineth, por todo apoio emocional e financeiro, vocês são meus exemplos de dedicação, respeito e amor. Minhas irmãs, Bruna e Ângela, no qual encontrei alegria, amor e força para continuar essa trajetória. Assim como meu sobrinho Guilherme, que mediante a 8 anos de idade, me mostrou o que é amar a vida, o que é ser perseverante em meio às dificuldades, meu anjinho enviado por Deus.

Ao meu noivo Wilian Aprígio por todo incentivo, paciência, oração e compreensão. Pela sua presença em cada etapa, que mesmo em períodos de dificuldades, sempre me apresentou palavras de conforto e esperança, grande parte desse trabalho contou com seu apoio. Deixo meus agradecimentos aos seus pais, Ademir e Maria, meus pais de coração.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo Ribeiro e minha coorientadora Profa. Dra. Larissa Quartaroli, por toda atenção, profissionalismo e amizade firmada durante esse processo. A ação conjunta dos professores foi fundamental para meu crescimento durante todo o mestrado. Minha eterna gratidão e admiração por vocês.

Á CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado.

Á FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo financiamento do Projeto de Pesquisa Regular nº 2013/50351-4.

Ao técnico do Laboratório de Hidráulica e Saneamento, Glauco, e aos funcionários do DAE (Departamento de Água e Esgoto de Bauru) Elieni, Rafael e Gabriel, por todo apoio no desenvolvimento das metodologias referente às análises químicas. Grata pela bela amizade que firmamos, no qual expresso toda minha gratidão.

Aos funcionários da UNESP (Universidade Estadual Paulista – “Júlio Mesquita Filho”) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental: Maria, Alessandra, Célia,

Mauro, Patrícia, Larissa, Israel, Gustavo e Thiago, todos vocês foram fundamentais neste processo.

Às funcionárias Geraci e Sueli, pelas conversas e risadas diárias tanto no laboratório quanto na biblioteca, vocês transmitiam alegria ao meu dia.

Aos funcionários, professores e companheiros de projeto do Laboratório de Tratamento Avançado e Reuso de Águas (LATAR) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), destaco a técnica responsável Maria Teresa, aos alunos Hiago e Luan que me apoiaram na coleta e armazenamento do efluente, assim como a Letícia e a Nathalie pelo apoio de algumas análises.

Aos meus amigos e alunos de iniciação científica José Afonso e Leonardo Rosa, por todo auxílio, paciência, dedicação e amizade.

Aos amigos feitos durante o mestrado, os quais me apoiaram nessa caminhada: Jaqueline, Juliana, Ana Maria, José Eduardo, Mariana, Milena, Antônio e Hugo.

Às minhas amigas e vizinhas: Débora Ramos e Patrícia Osório, pela amizade e companheirismo nos momentos pós-laboratório.

Ao Prof. Dr. Ricardo Molto, que sempre me incentivou ingressar ao mestrado durante toda minha graduação. Assim como aos professores Rodrigo Moruzzi, Caio Nogueira e Luciano Souza por toda contribuição cedida para a elaboração desta pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram (e são muitos) de alguma forma para que esse trabalho fosse concluído e que fizeram parte da minha vida durante o mestrado. A todos vocês o meu MUITO OBRIGADA!

*“Suba o primeiro degrau com fé.
Não é necessário que você veja
toda a escada. Apenas dê o
primeiro passo.”*
(Marthin Luther King)

*“O único limite para a nossa
realização do amanhã serão as
nossas dúvidas de hoje. Então
avancemos com força e fé ativa.”*
(Franklin D. Roosevelt)

RESUMO

SILVA, D. F. S. **Separação de microalgas cultivadas em água negra digerida anaerobiamente por meio da coagulação/floculação e sedimentação utilizando a *Moringa Oleifera* Lam como coagulante natural.** 2019. 136p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2019.

As águas residuárias geradas pelo homem são fontes mais acessíveis e sustentáveis para a recuperação de macro e micronutrientes. A recuperação efetiva de nutrientes nas águas residuárias pode ser realizada por microalgas cultivadas em fotobiorreatores. Entretanto, o desafio enfrentado no cultivo de microalgas está direcionado as tecnologias existentes e disponíveis para a separação, que contribuem com elevados custos e baixa eficiência na remoção de microalgas. As etapas de coagulação/floculação seguido pela sedimentação apresentam ser uma alternativa atraente, se aplicados coagulantes naturais, devido à boa eficiência, baixos custos de operação e manutenção, além de garantir uma biomassa com baixa toxicidade. O objetivo da pesquisa foi avaliar a separação de microalgas, cultivadas em água negra digerida anaerobiamente, por meio de ensaios de coagulação/floculação e sedimentação utilizando a *Moringa Oleifera* Lam como coagulante natural e o teor de macro e micronutrientes presentes na biomassa seca a fim de avaliar sua aplicação como fertilizante orgânico. Foram realizados ensaios, em escala de bancada, sendo avaliado as dosagens do coagulante natural (50 a 550 mg.L⁻¹), em diferentes valores de pH (3, 5, 7 e 9) e tempo de sedimentação (15, 30, 35, 40, 45, 60 e 120 minutos). Após a etapa de separação das microalgas, a biomassa algal foi seca em estufa e analisada a quantidade de macro e micronutrientes. A dosagem ótima de coagulante foi de 475 mg.L⁻¹, o qual promoveu redução de 92% da turbidez e 86%, 92% e 85% da densidade óptica em 540, 682 e 750 nm, 55% de demanda química de oxigênio (DQO), 58% de nitrogênio total, 11% de nitrogênio amoniacal e 53% de fósforo total, em um tempo de sedimentação de 45 minutos. A biomassa de microalgas recuperada apresentou boa concentração de macro e micronutrientes para a aplicação como fertilizante orgânico composto.

Palavras-chave: Microalgas, nutrientes, coagulantes naturais, *Moringa Oleifera* Lam, fertilizante orgânico.

ABSTRACT

SILVA, D. F. S. **Separation of microalgae cultivated in black water anaerobically digested by coagulation/flocculation and sedimentation using *Moringa Oleifera* Lam as a natural coagulant.** 2019. 136p. Dissertation (Master's degree) Faculty of Engineering of Bauru, State University "Julio de Mesquita Filho", Bauru, 2019.

Wastewaters generated by mankind are a more affordable and sustainable source for macro and micronutrient recovery. The effective recovery of nutrients in wastewaters can be performed by microalgae grown in photobioreactors. However, the challenge faced in the cultivation of microalgae is directed to existing and available technologies for the separation, which contribute with high costs and low efficiency in the removal of microalgae. The coagulation/flocculation steps followed by sedimentation present an attractive alternative, if natural coagulants are applied, due to the good efficiency, low operation and maintenance costs, in addition to ensuring a biomass with low toxicity. The objective of the research was to evaluate the separation of microalgae, cultivated in anaerobically digested black water, by coagulation/flocculation and sedimentation tests using *Moringa Oleifera* Lam as a natural coagulant and the content of macro and micronutrients present in dry biomass in order to evaluate its application as an organic fertilizer. The assays were carried out on a bench scale, and the dosages of the natural coagulant (50 to 550 mg.L⁻¹) were evaluated at different pH values (3, 5, 7 and 9) and sedimentation time (15, 30, 35, 40, 45, 60 and 120 minutes). After the microalgae separation stage, the algal biomass was dried in an oven and analyzed the amount of macro and micronutrients. The optimal coagulant dosage was 475 mg.L⁻¹, which promoted a reduction of 92% in turbidity and 86%, 92% and 85% of the optical density at 540, 682 and 750 nm, 55% of chemical oxygen demand (COD), 58% of total nitrogen, 11% of ammoniacal nitrogen and 53% of total phosphorus, in a sedimentation time of 45 minutes. The recovered microalgae biomass presented a good concentration of macro and micronutrients for the application as compound organic fertilizer.

Keywords: Microalgae, nutrients, natural coagulants, *Moringa Oleifera* Lam, organic fertilizer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de fluxos de águas residuárias de uma residência.	8
Figura 2: Representação esquemática da dupla camada elétrica.....	17
Figura 3: Sementes da árvore de <i>Moringa Oleifera</i> Lam.....	22
Figura 4: Fotobiorreatores (<i>flat panel</i>) instalados no LATAR - São Carlos.....	32
Figura 5: Esquema do sistema de tratamento do presente estudo.	33
Figura 6: Etapas do preparo do coagulante natural.	34
Figura 7: Etapas dos ensaios realizados em laboratório.....	35
Figura 8: Procedimentos dos ensaios na Etapa 1.	38
Figura 9: Procedimentos dos ensaios na Etapa 2.	39
Figura 10: Procedimentos dos ensaios na Etapa 3	40
Figura 11: Sementes de <i>Moringa Oleifera</i> Lam descascadas.	44
Figura 12: Diagrama de coagulação em 15 minutos de sedimentação.	47
Figura 13: Diagrama de coagulação em 30 minutos de sedimentação.	49
Figura 14: Diagrama de coagulação em 40 minutos de sedimentação.	50
Figura 15: Eficiência de remoção da turbidez e redução da DO em 35 minutos	54
Figura 16: Eficiência de remoção da turbidez e redução da DO em 45 minutos.	54
Figura 17: Valores de pH após as etapas de C/F e S.....	57
Figura 18: Eficiência de remoção da cor verdadeira em 35 e 45 minutos de sedimentação...58	
Figura 19: Eficiência de remoção dos SST em 35 e 45 minutos de sedimentação.	59
Figura 20: Eficiência de remoção da DQO _{total} em 35 e 45 minutos de sedimentação.	61
Figura 21: Eficiência de remoção da DQO _{filtrada} em 35 e 45 minutos de sedimentação.	62
Figura 22: Eficiência de remoção do N - amoniacal em 35 e 45 minutos de sedimentação...64	
Figura 23: Eficiência de remoção do NTK em 35 e 45 minutos de sedimentação.	65
Figura 24: Eficiência de remoção de nitrito em 35 e 45 minutos de sedimentação.	66
Figura 25: Eficiência de remoção de fósforo total em 35 e 45 minutos de sedimentação.	67
Figura 26: Eficiência de remoção dos parâmetros, 475 mg.L ⁻¹ em 45 e 60 minutos	68
Figura 27: Eficiência de remoção da turbidez, DO _{682 nm} e cor em 45, 60 e 120 minutos.	71
Figura 28: Modelo de Regressão 1.....	111
Figura 29: Ensaios antes e depois da aplicação do coagulante natural das Etapas 1, 2 e 3. .	120
Figura 30: Secagem da biomassa de microalgas	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Metodologia, equipamentos e referências para a separação de microalgas.	36
Tabela 2: Metodologia, equipamentos e referências para a separação de microalgas.	41
Tabela 3: Caracterização do efluente proveniente de fotobiorreatores.	43
Tabela 4: Concentração de proteínas das sementes de MOL para cada etapa do trabalho.	45
Tabela 5: Comparação entre a legislação vigente sobre água de reuso e o efluente final.	73
Tabela 6: Composição química da biomassa algal quanto aos teores de nutrientes.	76
Tabela 7: Faixas de macro e micronutrientes no tecido foliar de grãos e cultura comercial. .	78
Tabela 8: Faixas de macro e micronutrientes no tecido foliar de legumes e hortaliças.	79
Tabela 9: Modelo de regressão por faixa de pH estudado.	110
Tabela 10: Análise de comparação de médias (<i>t-Student</i>), obtidas em 35 minutos.	113
Tabela 11: Análise de comparação de médias (<i>t-Student</i>), obtidas em 45 minutos.	114
Tabela 12: Resultados de avaliação do pH (3), 400 e 500 mg.L ⁻¹ e 40 minutos.	115
Tabela 13: Resultados de avaliação do pH (5), 400 e 500 mg.L ⁻¹ e 40 minutos.	115
Tabela 14: Resultados de avaliação do pH (7), 400 e 500 mg.L ⁻¹ e 40 minutos.	116
Tabela 15: Resultados de avaliação do pH (9), 400 e 500 mg.L ⁻¹ e 40 minutos.	116
Tabela 16: Resultados de avaliação do pH (9), 425 mg.L ⁻¹ e 45 minutos.	117
Tabela 17: Resultados da avaliação do pH (7), 475 mg.L ⁻¹ e 45 minutos.	117
Tabela 18: Resultados da avaliação do pH (7), 550 mg.L ⁻¹ e 45 minutos.	118
Tabela 19: Resultados da avaliação do pH (7), 475 mg.L ⁻¹ e 45 minutos.	119

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – Sulfato de alumínio

ANS – Água negra simulada

C_0 – Concentração inicial

Ca – Cálcio

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior

CCAP – *Culture Collection of Algae and Protozoa*

C/F/S – Coagulação/Floculação/Sedimentação

CO – Carbono Orgânico

CO_2 – Dióxido de carbono

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

-COOH – Carboxila

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CV_{Bias} – Coeficiente de Variação Bias

DAE – Departamento de Água e Esgoto de Bauru

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DLVO – Derjaguin, Landau, Verwey e Overbeek

DO – Densidade óptica

DQO – Demanda Química de Oxigênio

$\text{DQO}_{\text{filtrada}}$ - Demanda Química de Oxigênio filtrada

$\text{DQO}_{\text{total}}$ - Demanda Química de Oxigênio total

$\text{DQO}_{\text{em suspensão}}$ - Demanda Química de Oxigênio em suspensão

E.coli – *Escherichia Coli*

EESC – Escola de Engenharia de São Carlos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

E1 – Ensaio 1

E2 – Ensaio 2

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FAD – Flotação por ar dissolvido

FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo

FeCl_3 – Cloreto Férrico

FEB – Faculdade de Engenharia de Bauru

FBR – Fotobiorreator

FT – Fósforo total

GMR – Gradiente de mistura rápida

GML – Gradiente de mistura lenta

$[\text{H}^+]$ – Cátion de hidrogênio

H_3PO_4 - Ácido fosfórico

ITB – Instituto Trata Brasil

K – Potássio

K_2O – Óxido de potássio

LATAR – Laboratório de Tratamento Avançado e Reuso de Águas

MOL – *Moringa Oleifera Lamarck*

min - Minutos

Mg – Magnésio

mg.L^{-1} – Miligrama por litro

MS – Ministério da Saúde

N – Nitrogênio

N-amoniacal – Nitrogênio amoniacal

NaOH – Hidróxido de sódio

Na – Sódio

NBR – Associação Brasileira de Normas Técnicas

$-\text{NH}_2$ – Grupos Funcionais Amina

NIOO – *Netherlands Institute of Ecology*

NO_2 – Nitrito

NO₃ – Nitrato

nm – Nanômetro

NTK - Nitrogênio *Kjeldahl* Total

[OH⁻] – Hidroxila

-OH – Fosfodiéster

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Policloreto de alumínio

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico

P₂O₅ – Pentóxido difósforo

S – Enxofre

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos

SST – Sólido em Suspensão Total

SP – São Paulo

TML – Tempo de Mistura Lenta

TMR – Tempo de Mistura Rápida

TS – Tempo de Sedimentação

uC – Unidade Cor

UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*

UNESP – Universidade Estadual “Julio Mesquita Filho”

USEPA – *United States Environmental Protection Agency*

UNT – Unidade nefelométrica

UV_{254nm} – Análise Ultravioleta 254 nm

USP – Universidade do Estado de São Paulo

VML – Velocidade de Mistura Lenta

VMR – Velocidade de Mistura Rápida

VS – Velocidade de sedimentação

Zn – Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo Geral.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Desenvolvimento sustentável	5
3.2. Sistemas centralizados e descentralizados	6
3.3. Segregação das águas residuárias	8
3.4. Tratamento anaeróbio	10
3.5. Microalgas	11
3.5.1. Cultivo de Microalgas.....	11
3.5.2. Fotobiorreatores	13
3.6. Métodos de separação de microalgas.....	14
3.6.1. Coagulação/Floculação	16
3.7. Coagulantes naturais	19
3.7.1. <i>Moringa Oleifera Lamarck (Moringa Oleifera Lam)</i>	21
3.8. Sedimentação	24
3.9. Produtos a partir da biomassa de microalgas.....	26
3.10. Reuso de efluentes	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1. Projeto de pesquisa	31
4.2. Efluente de estudo.....	31
4.3. Preparo do coagulante natural.....	33
4.4. Testes de Coagulação/Floculação e Sedimentação.....	35

4.5.	Procedimentos de ensaios	35
4.5.1.	Análises.....	36
4.5.2.	ETAPA 1: Ensaios preliminares (C/F e S) e construção dos diagramas	37
4.5.3.	ETAPA 2: Avaliação da dosagem de MOL, pH e TS baseado ensaios preliminares.....	39
4.5.4.	ETAPA 3: Seleção da dosagem ótima e Tempo de sedimentação	40
4.5.5.	ETAPA 4: Caracterização da biomassa de microalgas.....	41
4.6.	Análise estatística	41
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.2.	Teor de proteínas presente nas sementes de MOL	43
5.3.	ETAPA 1: Ensaios de (C/F e S) para construção dos diagramas de coagulação.....	47
5.3.1.	Diagrama de coagulação da turbidez em 15 minutos de sedimentação.....	47
5.3.2.	Diagrama de coagulação da turbidez em 30 minutos de sedimentação.....	48
5.3.3.	Diagrama de coagulação da turbidez em 40 minutos de sedimentação.....	50
5.4.	ETAPA 2: Otimização da dosagem do coagulante, pH e Tempo de sedimentação	53
5.4.1.	Turbidez e densidade óptica	53
5.4.2.	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	57
5.4.3.	Cor verdadeira.....	58
5.4.4.	Sólidos em Suspensão Totais (SST).....	59
5.4.5.	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	61
5.4.6.	Nitrogênio Total (NT).....	63
5.4.7.	Fósforo Total (FT)	66
5.5.	ETAPA 3: Condições ótimas das etapas de C/F e S.....	68
5.6.	ETAPA 4: Características da biomassa algal	76
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
	APÊNDICE A: ETAPA 1: REGRESSÃO LINEAR	109
	APÊNDICE B –ETAPA 1: TESTE <i>t</i> de Student.....	113

APÊNDICE C: ETAPA 1: EFICIÊNCIAS DE REMOÇÃO (TURBIDEZ E DO)	115
APÊNDICE D – ETAPA 2: EFICIÊNCIA APLICANDO 425, 475 E 550 mg.L⁻¹	117
APÊNDICE E – ETAPA 3: DOSAGEM ÓTIMA E TEMPO DE SEDIMENTAÇÃO ..	119
APÊNDICE F - TESTE DE JARROS.....	120
APÊNDICE G – ETAPA 4: BIOMASSA DE MICROALGAS.....	121

1. INTRODUÇÃO

A humanidade tem percebido ao longo do tempo, o esgotamento das fontes de recursos essenciais para a sobrevivência do homem. Diante disso, muitos recursos essenciais estão sendo esgotados, e outras fontes não têm sido devidamente exploradas, caso comum apresentado pelo fósforo, elemento químico incluído na lista de materiais críticos pela União Europeia, devido à dificuldade de exploração e o perigo de sua dispersão como poluente ambiental (SECO et al., 2018). Por um lado, ocorre a exploração excessiva das fontes de recursos limitados, e por outro a falta de tecnologias que recupere nutrientes em fontes mais acessíveis, tais como os nutrientes que são liberados todos os dias nos nossos banheiros (FERNANDES et al., 2017). Os resíduos humanos liberados contribuem com 68% de fósforo e 82% de nitrogênio, presentes na urina e nas fezes, que se recuperados podem suprir 22% da demanda global de fósforo, além de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, que podem ser aplicados para melhorar a qualidade de fertilizantes (FERNANDES et al., 2017).

Com o crescimento desenfreado da humanidade a produção agrícola tem apresentado uma demanda significativa de nutrientes para satisfazer a atual população. Muitas tecnologias têm sido continuamente aplicadas no sentido de recuperar quantidades elevadas de macro e micronutrientes, tal como o processo Haber-Bosch responsável em converter o gás natural de nitrogênio em amônia para produção de fertilizantes comerciais. O processo Haber-Bosch foi desenvolvido para incentivar o uso de fertilizantes sintéticos e tecnologias agrícolas no intuito de aumentar a produtividade e acompanhar o crescimento da população. Entretanto, com o tempo, as práticas trouxeram uma série de problemas ambientais e a diminuição do rendimento das colheitas, devido ao elevado consumo energético e a agressividade dos fertilizantes sintéticos que são aplicados no solo, inviabilizando seu uso por questões sustentáveis (CONNELLY, 2018).

No Brasil, cerca de 60% de matérias-primas utilizadas para a fabricação de fertilizantes são importadas, tal demanda poderia ser suprida se fontes secundárias como esterco de gado, biossólidos de estação de tratamento de esgoto, resíduos de processamento de cana de açúcar fossem devidamente exploradas, evitando uma futura escassez e/ou flutuações de mercado. O cultivo de microalgas em esgoto sanitário poderia complementar tal demanda, além de produzir uma biomassa de microalgas valiosa para produtividade agrícola no qual poderá promover o manejo sustentável (WITHERS et al., 2018). No entanto, para atender tais

necessidades, devem ser aplicadas tecnologias que sejam capazes de recuperar o máximo possível de nutrientes de fontes como as águas residuárias. Dentre as tecnologias utilizadas para a recuperação de macro e micronutrientes, destaca-se o cultivo de microalgas em fotobiorreatores, devido sua capacidade de fixar o dióxido de carbono por meio da fotossíntese, e utilizar as águas residuárias como fonte de nutrientes (UDOM et al., 2013).

Após assimilação de nutrientes e crescimento em ambientes artificiais outras tecnologias devem ser utilizadas para o desprendimento das células algais do seu meio de cultivo (RAWAT et al., 2011). Cerca de 20 a 60% dos custos de produção de microalgas estão direcionados à etapa de separação (GRIMA et al., 2003). A separação das microalgas pode influenciar tanto nos custos do sistema quanto na qualidade dos produtos finais, apresentando a necessidade de se aplicar um método que seja eficiente, econômico e sustentável (SINGH e PATIDAR, 2018).

As etapas de coagulação/floculação e sedimentação são eficientes e de fácil operação, porém limitado se aplicados coagulantes químicos, devido à contaminação da biomassa por sais metálicos. Nesse sentido, para manter as vantagens deste método de separação de microalgas a melhor alternativa seria a aplicação de coagulantes naturais, pois não causam danos as células algais e garante uma biomassa de microalgas com boas características para utilização em novos produtos, tal como fertilizante orgânico (VANDAMME et al., 2011; SINGH e PATIDAR, 2018).

Os coagulantes naturais comumente utilizados são o Tanino, a Quitosana, e a *Moringa Oleifera* Lam. Os taninos vegetais extraídos da *Acácia Mearnsii*, são capazes de garantir boa coagulação/floculação de microalgas, inclusive para as espécies marinhas, porém o grande desafio ainda é detalhar sua estrutura e conseguir obter uma adequada e fácil extração do composto para fabricação como coagulante em grande escala (FUAD et al., 2018; WANG et al., 2018). A quitosana é um produto natural obtido a partir da quitina de carapaças de caranguejos, camarões e lagostas. A quitosana além de não tóxica, é eficaz para amplas espécies de microalgas, e requer baixas taxas de dosagem para o tratamento de águas residuárias. Porém, sua eficiência é limitada quando aplicados às águas com alta salinidade, além de apresentar alta dependência do pH no meio (GRIMA et al., 2003; XU et al., 2013). A *Moringa Oleifera* Lam é uma das 14 espécies de plantas tropicais pertencente à família *Moringaceae* e que vem se destacando como uma alternativa sustentável para a coagulação de microalgas. As sementes de *Moringa Oleifera* Lam, além de ser um produto de fonte

renovável, gera uma biomassa com baixa toxicidade, sem causar impacto negativo ao meio ambiente (VALVERDE, 2014; HAMID et al., 2016). Estudos afirmam que as sementes de *Moringa Oleifera* Lam possuem certa quantidade de proteínas que se assemelham a atuação de polieletrólitos catiônicos que quando adicionados à água garante uma boa remoção da turbidez (GALLÃO et al., 2006).

A atual pesquisa visa avaliar a separação das microalgas, cultivadas em água negra digerida anaerobiamente, por meio de testes de coagulação/floculação e sedimentação utilizando as sementes de MOL como coagulante natural, além de avaliar a qualidade do efluente final e as características da biomassa algal para sua aplicação como fertilizante orgânico.

5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O preparo do coagulante na forma de pó integral apresentou ser uma opção vantajosa, devido à simplicidade nas etapas de preparo. O lote do estudo apresentava sementes com 1 cm de diâmetro e massa de 216 mg. As sementes armazenadas por 10 meses não apresentaram redução de sua propriedade coagulante, apresentando em média 27% de proteína bruta, concentração satisfatória para sua aplicação como coagulante natural.

ETAPA 1: Os ensaios preliminares e a interpretação dos diagramas de coagulação, indicaram que as dosagens de 400 a 500 mg.L⁻¹ das sementes de MOL foram as melhores dosagens dentro da faixa de estudo. O pH neutro, além de reportar boa eficiência na remoção das células algais, apresentou biomassa algal apropriada para avaliação como fertilizante orgânico. Para os três tempos de sedimentação (15, 30 e 40 minutos) avaliados nessa etapa do estudo, o tempo de 40 minutos apresentou melhor interação na etapa de sedimentação, confirmada pela boa eficiência de remoção da turbidez e da densidade óptica. Os parâmetros destinados à etapa de separação: dosagem de coagulante (400 – 500 mg.L⁻¹), pH = 7 e 40 minutos de sedimentação, foram considerados o ponto de partida para a avaliação da Etapa 2.

ETAPA 2: Após a avaliação da faixa de dosagem do estudo (425 a 550 mg.L⁻¹), foi possível observar que a aplicação do coagulante a cada 25 mg.L⁻¹ não apresentou diferença estatística ($p=0,05$) e das seis concentrações avaliadas, a dosagem de 475 mg.L⁻¹ destacou-se em termos de eficiência e economia. Para a aplicação dessa dosagem foram necessárias apenas 4 sementes de MOL com massa de 216 mg, a fim de obter 90% de remoção da turbidez. Nessa etapa, o pH foi mantido em neutro a fim de avaliar a biomassa como fertilizante orgânico e o melhor tempo de sedimentação analisado foi de 45 minutos. A fim de analisar melhor a influência do tempo de sedimentação, foram fixados os seguintes parâmetros analisados na Etapa 3: dosagem do coagulante natural 475 mg.L⁻¹, pH = 7 e 45 minutos de sedimentação.

ETAPA 3: A última variável analisada foi o tempo de sedimentação, e mantendo a dosagem de 475 mg.L⁻¹, e tempos de sedimentação (45, 60 e 120 minutos) avaliados, foi possível observar que o incremento de 10 minutos na etapa de sedimentação ocorria uma redução de 50 mg.L⁻¹ na aplicação do coagulante. O tempo de sedimentação de 45 minutos apresentou ser o melhor tempo para sedimentação dos flocos gerados. Portanto, para a avaliação da Etapa 4, foram fixados os seguintes parâmetros no sentido de obter a biomassa de

microalgas: dosagem ótima 475 mg.L^{-1} , $\text{pH} = 7$ e 45 minutos de sedimentação. Tais etapas de separação das microalgas contribuíram com remoção 91% da turbidez, 78% dos SST e 43% DQO.

ETAPA 4: Após o tratamento de 2 L de ANS por meio de testes de coagulação/floculação e sedimentação, foi possível obter cerca de 10g de biomassa de microalgas seca analisadas como fertilizante orgânico, o qual foi possível verificar que a concentração de macro e micronutrientes foram suficientes para sua aplicação como fertilizante orgânico. Apesar de a biomassa apresentar elevado teor de sódio, essa pode ser aplicada em várias culturas que não apresentam sensibilidade em solo com alta salinidade ou apenas utilizada como auxiliares de outros fertilizantes. Recomenda-se maior diluição dos dejetos suínos para obter um efluente com características estáveis para avaliação. Em geral, a concentração de (NPK) foi considerada satisfatória para sua aplicação como fertilizante orgânico.

5.8.Recomendações

- Investigar diferentes tipos de coagulantes naturais (Tanino, Quitosana, *Moringa Oleifera* Lam, Amidos e *Hibiscus esculentus*) e fazer um comparativo da quantidade de coagulante aplicado no tratamento, em termos de eficiência e economia, para uma mesma cultura de microalgas.
- Estudar os diversos tipos de preparo do coagulante de MOL (solução aquosa, salina, pó integral e pó desengordurado) e avaliar a melhor eficiência e economia.
- Realizar o estudo de perdas das sementes conforme o tipo de preparo do coagulante.
- Estudar a distribuição granulométrica das sementes de MOL preparadas como coagulante natural na forma de pó integral.
- Realizar ensaios dos parâmetros operacionais, em escala de bancada, a fim de investigar as velocidades e tempo de agitação aplicada às etapas de coagulação/floculação, sendo direcionada a eficiência e a diminuição de gastos com energia.
- Investigar a ação antibactericida e fungicida das sementes de MOL no tratamento de água e águas residuárias.
- Estudar a viabilidade econômica na aplicação das sementes de MOL como coagulante natural para separação de microalgas cultivadas em água negra digerida anaerobiamente.
- Investigar a separação das microalgas em ambiente ácido e básico aplicando a MOL, conforme a avaliação do produto final em que se deseja obter (bioplásticos, biocombustíveis).
- Realizar estudo comparativo entre a separação das microalgas aplicando a etapa de sedimentação e a flotação por ar dissolvido.
- Realizar análises microbiológicas da água negra digerida anaerobiamente e da biomassa de microalgas, e avaliar se cumprem os requisitos apresentados na legislação vigente.
- Investigar os metabólitos (carboidratos, proteínas e lipídeos) existentes na biomassa algal recuperada.
- Realizar testes da biomassa algal como fertilizante orgânico em diferentes culturas, a fim de observar a melhor interação entre a biomassa algal no sistema solo-planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABALIWANO, J. K.; GHEBREMICHAEL, K. A.; AMY, G. L. Application of the purified *Moringa oleifera* coagulant for surface water treatment. WaterMill Working Paper Series, n. 5, p. 1-19, 2008.

ABDELAZIZ, A.E., LEITE, G.B., HALLENBECK, P.C. Addressing the challenges for sustainable production of algal biofuels: II. Harvesting and conversion to biofuels. Environ. Technol., v. 34, p. 1807-1836., 2013. DOI: 10.1080/09593330.2013.831487. Disponível em : https://www.researchgate.net/publication/259385198_Addressing_the_challenges_for_sustainable_production_of_algal_biofuels_II_Harvesting_and_conversion_to_biofuels. Acesso em: 16 jan. 2019.

ABORCENTER – site de compras e vendas - sementes exóticas – *Moringa Oleífera*, 2011. Disponível em: <https://www.sementesarbocenter.com.br/sementes-de-moringa-oleifera.html>. Acesso em: 14 maio., 2019.

AGARWAL, M.; SRINIVASAN, R.; MISHRA, A. Study on Flocculation Efficiency of Okra Gum in Sewage Waste Water. Macromolecular Materials Engineering. v.286, p.560-563., 2001. DOI: 10.1002/1439-2054(20010901)286:9<560::AID-MAME560>3.0.CO;2-B . Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230355124_Study_on_Flocculation_Efficiency_of_Okra_Gum_in_Sewage_Waste_Water. Acesso em: 21 jan de 2019.

AHMAD, A.L.; YASIN, N.H.M.; DEREK, C.J.C.; LIM, J.K. (2011). Optimization of microalgae coagulation process using chitosan. Chemical Engineering Journal. v.173, p.879-882, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.07.070>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894711009144>. Acesso em 21 jan 2019.

ALCÁNTARA, C., FERNÁNDEZ, C., ENCINA, G. P. A., MUNOZ, R. Mixotrophic metabolismo of *Chlorella sorokiniana* and algal-bacterial consortia under extended dark-light and nutrient starvation. Applied microbiology and biotechnology, v. 99, p. 2393-2404, 2015. DOI: 10.1007/s00253-014-6125-5. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25341398>. Acesso em: 18 jan. 2019.

ALSHARAA, A.; BASHEER, C.; ADIO, S. O.; ALHOOSHANI, K.; LEE, H. Removal of haloethers, trihalomethanes and haloketones from water using *Moringa oleifera* seeds. International Journal of Environmental Science and Technology, v. 13, n. 11, p. 2609- 2618, 2016. ISSN 1735-1472. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-016-1079-z>. Acesso em 23 jan. 2019.

AMAYA, D.R.; KERR, W.E.; GODOI, H.T.; OLIVEIRA, A.L.; SILVA, F.R. *Moringa*: hortaliça arbórea rica em beta-caroteno. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.10, n.2, p.126, 1992.

ANDRADE, D. S., FILHO, A. C. Potencialidades e desafios do cultivo. IAPAR., v. 3, 2014.

ANYANWU, R. C., RODRIGUEZ, C., DURRANT, A., OLABI, A. G. Microalgae Cultivation Technologies. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.09258-4>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128035818092584>. Acesso em 23 jan 2019.

APHA - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, twentieth ed. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Association., 2005.

ARAUJO, C. S. T., ALVES, V. N., REZENDE, H. C., COELHO, M. M. C. Development of a flow system for the determination of low concentrations of silver using *Moringa Oleifera* seeds as biosorbent and flame atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal*., v. 96, p. 82-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2010.02.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X1000041X>. Acesso em: 23 jan. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público: procedimento. p. 18, Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. p.60, Rio de Janeiro, 1997.

AOAC. *Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists*;17th ed. Virginia, 2000.

BAHARUDDIN, N. D. E., AZIZ, N. S., SOHIF, H. N., KARIM, W. A. A., AL-OBAIDI, J. R., BASIRAN, N. M. Marine microalgae flocculation using plant: The case of *Nannochloropsis* and *Moringa Oleifera*. *Pak. J. Bot.*, v. 48, p. 831-840, 2016. Disponível em: [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/48\(2\)/52.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/48(2)/52.pdf). Acesso em 19 jan. 2019.

BAPTISTA, A. T. A; SILVA, M. O; GOMES, R.G; BERGAMASCO, R; VIEIRA, M. F; VIEIRA, A. M. S. Protein fractionation of seeds of *Moringa Oleifera* Lam and its application in superficial water treatment. *Separation and Purification Technology*, v. 180, p. 114-124, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2017.02.040>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586617305774>. Acesso em: 24 nov. 2018.

BARONE, V., PUGLISI, I., FRAGALÁ, F., STEVANATO, P., BAGLIERI, A. Effect of living cells of microalgae or their extracts on soil enzyme activities. *Archives of Agronomy and Soil Science*., p. 1476-3567, 2018. DOI: 10.1080/03650340.2018.1521513. Disponível em: [file:///C:/Users/debor/Downloads/Effect%20of%20living%20cells%20of%20microalgae%20or%20their%20extracts%20on%20soil%20enzyme%20activities%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/debor/Downloads/Effect%20of%20living%20cells%20of%20microalgae%20or%20their%20extracts%20on%20soil%20enzyme%20activities%20(5).pdf). Acesso em: 30 de maio de 2019.

BARSANTI, L., GUALTIERI, P. Is exploitation of microalgae economically and energetically sustainable ?. *Algal Research*, v. 31, p. 107 – 115, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.02.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926417309980>. Acesso em 19 jan. 2019.

BASULTO, D. L. V., SÁNCHEZ, P. D. A., OLVERA, J. R., BANDALA, E. R. Wastewater treatment using *Moringa oleífera* Lam seeds: A review. *Journal of Water Process Engineering*. v. 23, p. 151 – 164, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.03.017>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325502440_Wastewater_treatment_using_Moringa_oleifera_Lam_seeds_A_review. Acesso em 18 jan. 2019.

BECKER, E. W. *Microalgae: biotechnology and microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

BERNHARDT, H., CLASEN, J. Flocculation of micro-organisms. *Journal Water SRT- Aqua*, v. 40, p. 76-87., 1991. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279887379_Flocculation_of_Micro-Organisms. Acesso 24 jan. 2019.

BICHI, M. H., AGUNWAMBA, J., MUYBI, S. A. Optimization of operating conditions for the application of *Moringa Oleifera* (Zogale) seeds extract in water disinfection using response surface methodology. *African Journal of Biotechnology*, v. 11, n. 92, p. 15875 – 15887, 2012. DOI: 10.5897/AJB12.1341.

BHUPTAWAT, H., FOLKARD, G. K., CHAUDHARI, S. Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporating *Moringa Oleifera* seed coagulant. *Journal of Hazardous Materials*, v. 142, p. 477-482. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.08.044>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389406009861>. Acesso em 23 jan, 2019.

BINA, B.; MEHDINEJAD, M. H.; DALHAMMER, G.; RAJARAO, G.; NIKAEEN, M.; ATTAR, H. M. Effectiveness of *Moringa oleifera* coagulant protein as natural coagulant aid in removal of turbidity and bacteria from turbid waters. *World Academy of Science Engineering and Technology*, v. 43, pp. 618-620., 2010. Disponível em: <https://waset.org/publications/5079/effectiveness-of-moringa-oleifera-coagulant-protein-as-natural-coagulant-aid-in-removal-of-turbidity-and-bacteria-from-turbid-waters>. Acesso em : 21 jan 2019.

BORBA, L. R. Viabilidade do uso da *Moringa oleifera* Lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades. 2001. 84 p. Orientador: Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciencias Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Joao Pessoa, 2001.

BRASIL. Decreto-lei nº 6.894, de 14 de janeiro de 2004. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou

biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura., Brasília, 29 de dezembro 2014.

BRASIL, CONAMA. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, v. 357, 2005.

CANDIDO, C. Cultivo de *Chlorella vulgaris* em vinhaça convencional e biodigerida tratadas: uma abordagem ecofisiológica. Dissertação (mestrado) em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade de São Carlos – UFSCAR., Orientador: Profa. Dra. Ana Teresa Lombardi., São Carlos, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7088/DissCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 17 jun. 2019.

CAMACHO, V.S; SOUSA, R; BERGAMASCO, M.R; TEIXEIRA. The use of *Moringa oleifera* as a natural coagulant in surface water treatment. Chemical Engineering Journal, v. 313. p. 226-237, abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.12.031>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894716317831>. Acesso em: 24 nov. 2018.

CAMP, T. R., STEIN, P. C. Velocity Gradients and Internal Work in Fluid Motion. Journal of the Boston Society of Civil Engineers., v. 30, n. 4, p. 219-237, 1943. Disponível em: [http://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1360856](http://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1360856). Acesso em: 21 ago., 2019.

CAPORGNO, M. P., TALEB, A., OLKIEWICZ, M., FONT, J., PRUVOST, J., LEGRAND, J., BENGUA, C. Microalgae cultivation in urban wastewater: Nutrient removal and biomass production for biodiesel and methane. Algal Research, v. 10, p. 232-239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2015.05.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926415001319>. Acesso em 28 em jan. 2019.

CASSINI, S. T; FRANCISCO, S. A; ANTUNES, P. W. P; OSS, R. N; KELLER, R. Harvesting Microalgae Biomass grow in Anaerobic Sewage Treatment Effluent by Coagulation-Flocculation Method: Effect of pH. Environmental Sciences. v.60, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-201716017>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132017000100700. Acesso em: 24 nov. 2018.

CHATSUNGNOEN, T.; CHISTI, Y. Harvesting by flocculation-sedimentation. Algal Research, v. 13, p. 271-283, 2016. DOI: 10.1016 / j.algal.2015.12.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926415301223#>. Acesso em: 21 ago. 2019.

CHATTERJEE, A., SINGH, S., AGRAWAL, C., YADAV, S., RAI, R., RAI, L. C. Role of Algae as a biofertilizer. In book: Algal Green Chemistry., 2017. DOI: 10.1016/B978-0-444-63784-0.00010-2. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316344136_Role_of_Algae_as_a_Biofertilizer. Acesso em: 14 maio. 2019.

CHEN, C.; YEH, K.; AISYAH, R.; LEE, D.; CHANG, J. Cultivation, photobioreactor design and harvesting of microalgae for biodiesel production: a critical review. *Bioresource Technology*. v. 102, p.71-81., 2011. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.06.159. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/45439242_Cultivation_photobioreactor_design_and_harvesting_of_microalgae_for_biodiesel_production_A_critical_review. Acesso em: 21 jan 2019.

CHERNICHARO, C.A.L. (coordenador). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Projeto PROSAB, 2007.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*., v. 25, n.3, p. 294-306., 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975007000262>. Acesso em 21 jan. 2019.

CHOY, S. Y., PRASAD, K. N., WU, T. Y., RAGHUNANDAN, M. R., RAMANAN, R. N. Performance of conventional starches as natural coagulants for turbidity removal. *Ecological Engineering*., v. 94, p. 352-364, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.082>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857416303172>. Acesso em 18 jan. 2019.

CHRISTENSON, L.; SIMS, R. Production and harvesting of microalgae for wastewater treatment, biofuels, and bioproducts. *Biotechnology Advances*. v.29, p.686-702., 2011. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2011.05.015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21664266>. Acesso em 21 jan. 2019.

CONNELLY. R. How algal biofertilizers can accelerate sustainable agriculture. The University of Texas at Austin Sustainability. Texas. Disponível em: <https://sustainability.utexas.edu/pssc/symposium/2011/16>. Acesso em: 22 de nov. 2018.

DAE – Departamento de Água e Energia. Estação de Tratamento de Esgoto – Tibiriçá, 2009. Disponível em: <http://www.daebauru.sp.gov.br/2014/esgoto/esgoto.php?secao=tratamento&pagina=18#>. Acesso em: 14 de maio. 2019.

DE BASHAN, L. E., TREJO, A., HUSS, V. A. R., HERNANDEZ, J. P., BASHAN, Y. *Chlorella sorokiniana* UTEX 2805, a heat and intense, sunlight-tolerant microalga with potential for removing ammonium from wastewater. *Bioresource Technology*., v. 99, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.065>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852407008127>. Acesso em 21 jan. 2019.

DELGADILLO-MIRQUEZ, L; LOPES, F; TAIDI, B; PAREAU, D. Nitrogen and phosphate removal from wastewater with a mixed microalgae and bacteria culture. *Biotechnology Reports*., v.11., 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2016.04.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X16300182>. Acesso em: 24 nov. 2018.

DE GRAAFF, M. S. Resource recovery from black water. Wageningen Unirvesity. Wageningen. p 192., 2010.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2ª ed. 2v. Rima: São Carlos, 2005.

DICKIN, S., DAGERSKOG, L., JIMÉNEZ, A., ANDERSSON, K., SAVADOGO, K. Understanding sustained use of ecological sanitation in rural Burkina Faso. *Science of the Total Environment*., v. 613-614, p. 140-148, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.251>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717322659>. Acesso em 21 jan 2019.

DIVAKARAN, R., SIVASANKARA, P. V. N. Flocculation of Kaolinite suspensions in water by chitosan. *Water Research*., v. 35, p. 3904-3908. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00131-2](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00131-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135401001312>. Acesso em: 23 jan. 2019.

DUAN, A., J.; GREGORY, J. Coagulation by hydrolysing metal salts. *Advances in Colloid and Interface Science*. v.100, p.475-502., 2003.

EDZWALD, J. K., BUNKER, D. Q., Pretreatment considerations for dissolved air flotation: Water type, coagulants and flocculation. *Water Science and Technology*., v. 31., p. 3-4, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.1995.0517>. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/31/3-4/63/4172/Pretreatment-considerations-for-dissolved-air?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 23 jan., 2019.

ELHAFIZ, A., GAUR, A. E. S. S., OSMAN, N. H. M., LAKSHMI, T. *Chlorella vulgaris* and *Chlorella pyrenoidosa* live cells appear to be promising sustainable biofertilizer to grow rice, lettuce, cucumber and eggplant in the UAE soils. *Science and Technology*., v.7, p. 14-21., 2015. DOI: 10.19071/rrst.2015.v7.2919. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/15f5/0be74cbb983d415a1df687a28421bc66d37b.pdf?_ga=2.133280782.1419651074.1559188028-2131513368.1559188028. Acesso em: 30 maio de 2019.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Produção Suínos. EMBRAPA SUÍNOS E AVES. ISSN 1678-8850. Versão Eletrônica., jul., 2003. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/manejodejetos.html>. Acesso em: 16 de jun. 2019.

FAKIR, K., YAAKOB, Z., ALI, E., ABDULLAH, S. R. S., TAKRIFF, M. S. Na Overview of microalgae as a wastewater treatment. *Jordan International Energy Conference*. 2011. Disponível em: http://www.academia.edu/5748134/An_Overview_of_Microalgae_as_a_Wastewater_Treatme nt. Acesso em fev. 2019.

FAROOQ, U.; MALVIYA, R.; SHARMA, P.K. Extraction and Characterization of Okra Mucilage as Pharmaceutical Excipient. *Academic Journal of Plant Sciences*. v.6, p.168-172., 2013. DOI: 10.5829/idosi.ajps.2013.6.4.82292. Disponível em: [https://www.idosi.org/ajps/6\(4\)13/3.pdf](https://www.idosi.org/ajps/6(4)13/3.pdf). Acesso em: 21 jan 2019.

FERNANDES, T. V. Toward an Ecologically Optimized N:P Recovery from Wastewater by Microalgae. *Frontiers in microbiology*., v. 8, p. 1742, 2017. DOI: 10.3389/fmicb.2017.01742. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5601980/>. Acesso em: 24 nov. 2018.

FERNANDES, T. V., SHRESTHA, R., SUI, Y., PAPINI, G. Closing domestic nutrient cycles using microalgae. *Environmental Science & Technology*. ed. 49., v. 20., 2015. DOI: 10.1021/acs.est.5b02858. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26389714>. Acesso em 16 jan. 2019.

FLOWERS, T. J., COLMER, T. D. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, v. 179, p. 945 – 963., 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02531.x>. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1711733](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1711733). Acesso em: 14 maio. 2019.

FOIDL, N.; MAKKAR, H. P.S.; BECKER, K. The Potential of Moringa Oleifera For Agricultural And Industrial Uses. In: L.J. Fuglie (Ed.), *The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa* (Pp. 45-76). Dakar, Senegal: Church World Service, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/310440123_The_potential_of_Moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses_Moringa_oleifera_Webpage. Acesso em 19 jan. 2019.

FOGAÇA, F. M., MORAES, L. C. K., OLIVEIRA, G. A., NAKAGAKI, J. M. N. Cultivo de microalga em meio alternativo enriquecido com vinhaça para indicativo de potencialidade na produção de biocombustíveis. Conference: XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental. Centro Oeste., 2016. DOI: 10.5151/engpro-eneeamb2016-er-007-5073. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309439571_CULTIVO_DE_MICROALGA_EM_MEIO_ALTERNATIVO_ENRIQUECIDO_COM_VINHACA_PARA_INDICATIVO_DE_POTENCIALIDADE_NA_PRODUCAO_DE_BIOCOMBUSTIVEIS. Acesso em: 17 jun. 2019.

FRANCISCO, S. A. Recuperação de microalgas cultivadas em efluente de tratamento anaeróbico de esgoto por processo de coagulação-floculação. Orientador: Prof. Dr. Sérgio Túlio Alves Cassini. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Vitória., 2016.

FREITAS, C. I.; CAMACHO, F. P.; MORETI, L. O. R.; FURLAN, C. H.; BERGAMASCO, R. Viabilidade do extrato aquoso de *Moringa Oleifera* no tratamento de água com florações de cianobactérias. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2013.

FUAD, N., OMAR, R., KAMARUDIN, S., HARUN, R., A. IDRIS., W.A.K.G., WAN AZLINA. Effective use of tannin based natural biopolymer, AFlok-BP1 to harvest marine microalgae *Nannochloropsis*. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 6, p. 4318-4328, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.06.041>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343718303506>. Acesso em: 24 nov. 2018.

GARCIA-GONZALEZ, SOMMERFELD, M. Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. *Journal of Applied Phycology*, v. 28, n. 2., 2015. DOI: 10.1007/s10811-015-0625-2. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277965347_Biofertilizer_and_biostimulant_properties_of_the_microalga_Acutodesmus_dimorphus. Acesso em: 14 maio. 2019.

GALLAO, I. M.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de Moringa. *Revista Ciência Agronômica*, v. 37, n. 1, p. 106-109., 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279694951_Avaliacao_quimica_e_estrutural_da_semente_de_moringa. Acesso em: 24 nov. 2018.

GASSENSCHMIDT, U.; JANY, K. D.; TAUSCHER, B.; NIEBERGALL, H. Isolation and characterization of a flocculating protein from *Moringa oleifera* Lam. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1243, n. 3, p. 477-481, 1995. doi:10.1016/0304-4165(94)00176-X. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7727523>. Acesso em: 18 jan. 2019.

GEMIN, L. G. Aplicações flocculares de suspensões da microalga *Scenedesmus subspicatus* como biofertilizante no cultivo orgânico do tomateiro. Dissertação (mestrado) em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Orientador: Prof. Dr. Átila Francisco Mógior.

GHEBREMICHAEL, K. A.; GUNARATNA, K. R.; HENRIKSSON, H.; BRUMER, H.; DALHAMMAR, G. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed. *Water Research*, v. 39, n. 11, p. 2338-2344, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.04.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135405001612>. Acesso em: 18 jan. 2019.

GRIMA, G.E.; BELARBI, E.-H, FERNÁNDEZ, A. A.; MEDINA, R.; YUSUF, C. Recovery of microalgae biomass and metabolites: process options and economics. *Biotechnology Advances*, v. 20, p. 491 – 515, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(02\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(02)00050-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975002000502>. Acesso em: 24 nov. 2018.

GUTIÉRREZ, R.; PASSOS, F.; FERRER, I.; UGGETTI, E.; GARCÍA, J. Harvesting microalgae from wastewater treatment systems with natural flocculants: Effect on biomass settling and biogas production. *Algal Research*. v.9, p.204-211., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2015.03.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926415000739>. Acesso em 21 jan. 2019.

HAMID, S. H. A., LANANAN, F., KHATOON, H., ENDUT, A. A study coagulating protein of *Moringa Oleifera* in microalgae bio-flocculation. International Biodeterioration & Biodegradation., v. 113, p. 310-317., 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.03.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830516300968>. Acesso em: 24 nov. 2018.

HAYIM, R., IMAI, T., THONG, S. O., SULISTYOWATI, L. Biohydrogen production from sago starch wastewater using an enriched thermophilic mixed culture from hot spring. International Journal of Hydrogen Energy., v. 36, p. 14162-14171., 2011. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2011.04.211. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236230294_Biohydrogen_production_from_sago_starch_wastewater_using_an_enriched_thermophilic_mixed_culture_from_hot_spring. Acesso em 28 jan. 2019.

HDRA. *Moringa Oleifera* a multi-purpose tree. The organic organisation. Disponível em: <http://www.hdra.org.uk>. Acesso em: 23 jan 2019.

HUSNAN, L. A. A., ALKAHTANI, M. D. F. Impacto f *Moringa* aqueous extract on pathogenic and fungi in vitro. Annals of Agricultural Sciences., v. 61, n. 2, 2016. DOI: 10.1016/j.aos.2016.06.003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311941148_Impact_of_Moringa_aqueous_extract_on_pathogenic_bacteria_and_fungi_in_vitro. Acesso em: 14 maio. 2019.

ITB - INSTITUTO TRATA BRASIL. Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. Ed: Exante Consultoria Econômica., 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/08/29/saneamento-e-desenvolvimento-humano-no-mundo-o-acesso-a-agua-e-esgoto/>. Acesso em: 11 jan. 2019.

ITB – INSTITUTO TRATA BRASIL. ODS- Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ed. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada., 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/uploads/phpmP0tlH-5c3749fa94450.pdf>. Acesso em 16 jan. 2019.

KADIR, W. N. A., LAM, M. L., UEMURA, Y., LIM, J. W., LEE, K. T. Harvesting and pre-treatment of microalgae cultivated in wastewater for biodiesel production: A review. Energy Conversion and Management., v. 171, p. 1416-1429., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.06.074>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890418306836>. Acesso em 23 jan., 2019.

KATAYON, S., NOOR, M. J. M. M., ASMA, M., GHANI, L. A. A., THAMER, A. M., AZNI, I. SULEYMAN, A. M. Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. Bioresource Technology, v.97, p.1455–1460, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.07.031>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852405003603>. Acesso em: 24 nov. 2018.

KHAN, A. A. GAUR, R. Z., KUMAR, A., MEHROTRA, I., KAZMI, A. A., GORONSZY, M. C. Integrated UASB and Continuous Flow Sequencing Batch Reactor (CFID) System for Sewage Treatment. Proceedings IWA Conference on Microbes in Wastewater and Waste Treatment, Bioremediation and Energy Production, p. 97, January 24-27, 2011, Goa, Índia.

KEFFER, J. E., KLEINHEINZ, G. T. Use of *Chlorella vulgaris* for CO₂ mitigation in a photobioreactor. Journal Ind Microbiol Biotechnol., v. 29, p. 275-80., 2002. DOI: 10.1038/sj.jim.7000313. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12407463>. Acesso em 29 jan. 2019.

KIM, S., PARK, J. , CHO, Y. B., HWANG, S. J. Growth rate, organic carbon and nutrient removal rates of *Chlorella sorokiniana* in autotrophic, heterotrophic and mixotrophic conditions., Bioresource Technology, v. 144, p. 8-13, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.06.068>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852413009875>. Acesso em 21 jan., 2019.

KLIPHUIS, A. M. J., WINTER, L., VEJRAZKA, C., MARTENS, D. E., JANSSEN, M., WIJFFELS, R. Photosynthetic efficiency of *Chlorella sorokiniana* in a turbulently mixed short light-path photobioreactor. Biotechnology Progress., v. 26, p. 687-696, 2010. DOI: [doi: 10.1002/btpr.379](https://doi.org/10.1002/btpr.379). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20175153>. Acesso em: 24 nov. 2018.

KONRADT-MORAES.; LEILA CRISTINA. Estudo da coagulação-ultrafiltração para produção de água potável. Orientador: Rosângela Bergamasco. 2004. 138 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná., 2004.

KUJAWA-ROELEVELD, k.; ZEEMAN, G. Anaerobic Treatment in Decentralised and Source-Separation-Based Sanitation Concepts. Reviews in Environmental Science and Biotechnology., v. 5, p. 115-139, 2006. DOI 10.1007/s11157-005-5789-9. Disponível em: <https://sci-hub.tw/10.1007/s11157-005-5789-9>. Acesso em: 16 jan. 2019.

JAHN, S. A., MUSNA, H. A., BURGSTALLER, H. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in Sudan. Unasyhara, v. 38, p. 23-28, 1986. Disponível em: <https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/handle/10535/8421>. Acesso em 19 jan., 2019.

JANKOWSKA, E., SAHU, A. K., POPIEL, P. O. Biogas from microalgae: Review on microalgae's cultivation, harvesting and pre treatment for anaerobic digestion. . Renewable and Sustainable Energy Reviews., v. 75, p. 692-709, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.045>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116308486>. Acesso em 21 jan. 2019.

JOSHUA, R., VASU, V. Characteristics of stored rain water and its treatment technology using Moringa Seeds. International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research, v. 2, n. 01, 2013. ISSN 2250-3137. Disponível em: http://new.ijlbpr.com/jlbpradmin/upload/ijlbpr_50e55cb6dd292.pdf. Acesso em 23 jan. 2019.

JUNIOR, O. J. L. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA., orgs. Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 213-232. ISBN 9788578792824. Available from SciELO Books .

LANZA, M. H. Utilização de lodo de esgoto compostado e irrigação com água residuária na substituição de adubos químicos e água potável em laranjeira valência. Orientador: Dr. Hélio Grassi Filho. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual ‘Júlio de Mesquita Filho’, Botucatu – SP, 2018.

LEDO, Patricia Guilhermina da Silva. Flotação por ar dissolvido na clarificação de águas com baixa turbidez utilizando sulfato de alumínio e sementes de *Moringa oleifera* como coagulantes. 2008, 123 p. Orientador: Prof. Dr. João Bosco de Araújo Paulo. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

LEGNER, C. Reator UASB para tratamento biológico de esgoto. Revista TAE., 2015. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/9034-noticias>. Acesso em 16 fev. 2019.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas. Ed. Átomo, 2005.

LORENZI, H., MATOS, F.J. Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p. 346-347, 2002.

LOURENÇO, S. O. Cultivo de microalgas marinhas: princípios e aplicações. São Carlos: Rima, 2006.

MAADANE, A., MERGHOUB, N., AINANE, T., EL ARROUSSI, H., BENHIMA, R., AMZAZI, S., BAKRI, Y., WAHBY, I. Antioxidant activity of some Moroccan marine microalgae: Pufa profiles, carotenoids and phenolic content. Journal of Biotechnology., v. 215, p. 13-19., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2015.06.400>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168165615300262>. Acesso em: 28 jan. 2019.

MAHAPATRA, D. M., CHANAKYA, H. N., RAMACHANDRA, T. V. Bioremediation and lipid synthesis through mixotrophic algal consortia in municipal wastewater. Bioresource Technology., v. 168, p. 142-150, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.03.130>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852414004350>. Acesso em 21 jan. 2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Potafos. Piracicaba, SP, Brasil. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. 2 ed. Potafos, Piracicaba, SP, Brasil., p.116 - 217, 1997.

MARCHELLO, A. E. Cultivo de microalgas e redução de coliformes em efluente de tratamento anaeróbio. Orientadora: Dra. Ana Teresa Lombardi. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2013.

MARTÍNEZ-ALCÁNTARA, B.; MARTÍNEZ-CUENCA, M. R.; BERMEJO, A.; LEGAZ, F.; QUIÑONES, A. Liquid organic fertilizers for sustainable agriculture: Nutrient uptake of organic versus mineral fertilizers in citrus trees. *Plos One.*, v. 11, n. 10, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0161619. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5072554/>. Acesso em: 16 de jun. 2019.

MATA, T.M., MARTINS, A.A., CAETANO, N.S. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 14 (1), 217e 232., 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.020>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109001646>. Acesso em: 16 jan. 2019.

MATASSA, S., BATSTONE, D., HULSEN, T., SCHNOOR, J., VERSTRAETE, W. Can Direct Conversion of Used Nitrogen to New Feed and Protein Help Feed the World. *Environmental Science & Technology.*, v. 49, pp. 5247-5254., 2015. DOI: 10.1021/es505432w. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es505432w>. Acesso em 24 jan. 2019.

MATHIOT, C., PONGE, P., GALLARD, B., SASSI, J. F., DELRUE, F., MOIGNE, N. L. Microalgae starch-based bioplastics: Screening of ten strains and plasticization of unfractionated microalgae by extrusion. *Carbohydrate Polymers.*, v. 208, p. 142-152, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.12.057>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861718315030>. Acesso em fev. 2019.

MCCABE, W. L.; SMITH, J.; HARRIOT, P. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. , Ed. McGraw-Hill., Aravaca, 1998.

METCALF; EDDY. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. McGraw-Hill International Editions, 3rd ed., New York., 1991.

METCALF & EDDY, I. N. C. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4ª ed. New York, McGraw – Hill INC. p. 1819., 2013.

MEZZARI, M. P., SILVA, M. L. B., NICOLOSO, R. S., IBELLI, A. M. G., BORTOLI, M., VIANCELLI, A., SOARES, H. M. Assessment of N₂O from a photobioreactor treating ammonia-rich swine wastewater digestate. *Bioresource Technology.*, v. 149., p. 327- 332, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.09.065>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24128394>. Acesso em jan. 2019.

MIHELIC, J. R., FRY, L. M., SHAW, R. Global potential of phosphorus recover and feces. *Chemosphere.*, v. 84, p. 832 -839, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.046>. Disponível em : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511001925>. Acesso em: 19 de jan. 2019.

MILLER, J. C.; MILLER, J. N. Statistic for Analytical Chemistry, third ed. Ellis Horwood PTR Prentice Hall. 233 p. 1993.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água. Resolução CNRH, número 54, de 28 de novembro de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, mar. 2005.

MIYAZAWA, M., BARBOSA, G. M. C. Dejetos líquidos de suíno como fertilizante orgânico. Boletim Técnico Nº 84, Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Londrina - PR, 32p., 2015. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/banner%20pequeno/dejeto_suinoa.pdf. Acesso em: 20 jun, 2019.

MOHD UDAIYAPPAN, A. F., HASAN, H. A., TAKRIFF, M. S., ABDULLAH, S. R. S. A review of the potentials, challenges and current status of microalgae biomass applications in industrial wastewater treatment. Journal of Water Process Engineering., v. 20, p. 8-21., 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.09.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714417303549>. Acesso em 28 jan. 2019.

MORENO, B. M. M.; HEREDIA, B. J.; GALLARDO, M. Microalgae removal with *Moringa Oleifera*. Toxicon, v. 110, p. 68-73, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2015.12.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004101011530146X>. Acesso em: 24 nov. 2018.

MORUZZI, R. B. Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios. OLAM – Ciência & Tecnologia., v.8, n.3, p.271., 2008. ISSN: 1982-7784. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/reuso.pdf>. Acesso em: 13 maio. 2019.

MORITA, M., WATANABE, Y., SAIKI, H. High photosynthetic productivity of green microalga *Chlorella sorokiniana*. Applied Biochemistry Biotechnology., v. 87., p. 203-218, 2000. DOI: 10.1385/ABAB:87:3:203. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/12340506_High_Photosynthetic_Productivity_of_Green_Microalga_Chlorella_sorokiniana. Acesso em 19 jan. 2019.

MORETI, L. O. R. Estudo do processo de remoção de microalgas para obtenção de água potável. Orientador: Rosângela Bergamasco. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná., 2014.

MORTON, J. F. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae) – a boon to arid lands. Economy Botany, v. 45, p. 318-333, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02887070>. Acesso em 19 jan. 2019.

MOTA, S. B., VON SPERLING, M. Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção., Pesquisas em Saneamento Básico. PROSAB/ABES, 1 ed., Rio de Janeiro, 2009.

MULLER- FEUGA, A. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. Journal of Applied Phycology., v. 12, p. 527-534., 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008106304417>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008106304417>. Acesso em 28 jan. 2019.

MULBRY, W., KONDRAD, S., PIZARRO, C., WESTHEAD, E. K. Treatment of dairy manure effluente using freshwater algae: Algal productivity and recovery of manure nutrientes using pilot-scale algal turf scrubbers. *Bioresource Technology.*, v. 99, n. 17, p. 8137-8142., 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.073>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852408003106>. Acesso em: 14 maio. 2019.

MUNNS, R., TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Reviews of Plant Biology.*, v. 59, p. 651-681, 2008. DOI: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911.. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18444910>. Acesso em: 14 maio. 2019.

NAIK, S. N., GOUD, V. V., ROUT, P. K., DALAI, A. K. Production of first second generation biofuels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.*, v. 14, p. 578-597., 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109002342>. Acesso em 28 jan. 2019.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S.; TALBOT, B. G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. *Water Research*, v. 29,n. 2, p. 703-710, 1995. doi:10.1016/0043-1354(94)00161-Y. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)00161-Y](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)00161-Y). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004313549400161Y>. Acesso em: 18 jan. 2019.

NISHI, L., GUILHERME, A. L. F., VIEIRA, A. M. S., ARAÚJO, A. A., AMBROSIO-UGRLI, M. C. B., BERGAMASCO, R. Cyanobacteria removal by coagulation/flocculation with seeds of the natural coagulant *Moringa oleifera* Lam. *Chemical Engineering Transactions*, v. 24, pp. 1129-1134.,2011. DOI: DOI: 10.3303/CET1124189. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278142494_Cyanobacteria_Removal_by_CoagulationFlocculation_with_Seeds_of_the_Natural_Coagulant_Moringa_oleifera_Lam. Acesso em: 24 nov. 2018.

NUNES, J. L. S. Fertilizantes. *Agrolink*. 12 set, 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_361443.html. Acesso em: 20 jun, 2019.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Coagulation mechanism of salt solution-extracted active component in *Moringa oleifera* seeds. *Water Research*, v. 35, n. 3,p. 830-834, 2001a. doi:10.1016/S0043-1354(00)00296-7. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00296-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00296-7). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135400002967>. Acesso em : 18 jan. 2019.

ONG FLORA TIÊTE – Associação de Recuperação Florestal. Tabela de preços sementes de *Moringa Oleifera* Lam, agosto, 2019. Disponível em: http://www.floratiete.org.br/relacao/sementes_2012.pdf. Acesso em: 14 de maio. 2019.

ONU – Organização das Nações Unidas. A ONU e o meio ambiente, 1987. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

ONU/BR - Nações Unidas No Brasil. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável., 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 11 jan. 2019.

OMS – Organização Mundial de Saúde (OMS/WHO) - 2006. Planejamento da Segurança do Saneamento: Manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/171753/9789248549243-por.pdf?sequence=5>. Acesso em 12 de jun. 2019.

OPHER, T., FRIEDLER, E. Reducing inventory data requirements for scenario representation in comparative life cycle assessment (LCA), demonstrated on the urban wastewater system. *Urban Water Journal.*, v. 13, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2015.1036084>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1573062X.2015.1036084?journalCode=nurw20>. Acesso em 23 jan 2019.

PAPAZI, A., KOTZABASIS, K. Bioenergetic strategy of microalgae for the biodegradation of phenolic compounds – Exogenously supplied energy and carbono sources adjust the level of biodegradation. *Journal of Biotechnology.*, v. 129, p. 706-716. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2007.02.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168165607001551>. Acesso em 24 jan, 2019.

PARK., J. B.K., CRAGGS, R. J., SHILTON, A. N. Wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. *Bioresource Technology.*, v. 102, p. 35-42., 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.06.158>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410011636>. Acesso em 24 jan., 2019.

PEREIRA, F. S. G. Viabilidade sustentável de biomassas de Moringa Oleifera para produção de biodiesel e briquetes., 142 p. Orientador: Valdinete Lins da Silva e Nelson Medeiros de Lima Filho. Tese (Doutorado em Química) – Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

PIETERSE, A. J. H., CLOOT, A. Algal cells and coagulation, flocculation and sedimentation processes. *Water Science & Technology.*, v. 36, p. 111-118., 1997. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.1997.0099>. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/36/4/111/6684/Algal-cells-and-coagulation-flocculation-and?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em 23 jan. 2019.

PNAD – Plano Nacional por Amostra de Domicílios. Síntese de indicadores., 2015. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/>. Acesso em 11 jan.2019.

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/tabelas>. Acesso em 11 jan. 2019.

POORTVLIET, M. P., SANDERS, L., WEIJMA, J., VRIES, J. R. Acceptance of new sanitation: The role of end-users pro-environmental personal norms and risk and benefit perceptions. *Water Research*, v. 131, p. 90-99, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.12.032>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135417310278>. Acesso em 16 jan. 2019.

PRINCE, M. L. The Moringa Tree. *Echo Technical Note*, 12 p., 2002. Disponível em: <http://www.pkdiet.com/pdf/food/drumstick/Moringa1.PDF>. Acesso em 24 jan., 2019.

PULZ, O. Photobioreactors: production systems for phototrophic microorganisms. *Appl. Microbiol Biotechnol*, v. 3, p. 287-93., 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11759675>. Acesso em 23 jan. 2019.

PULZ, O., GROSS, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Appl Microbiol Biotechnol*, v. 65, p. 635-48, 2004. DOI: 10.1007/s00253-004-1647-x. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15300417>. Acesso 28 jan. 2019.

RAVEN, J. A. Primary Production Processes. *Encyclopedia of Ocean Sciences (Second Edition)*. Ref. Module in Earth Systems and Environmental Sciences., p. 585-589, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-012374473-9.00202-2>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123744739002022>. Acesso em 21 jan. 2019.

RANGEL, M. S. A. *Moringa Oleifera*: Uma planta de uso múltiplo. Embrapa – CPATC. Circular Técnica n. 9., 42 p. Aracaju, 1999. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/371079/moringa-oleifera-uma-planta-de-uso-multiplo>. Acesso em 23 jan 2019.

RAWAT, I., KUMAR, R., MUTANDA, T., BUX, F. Dual role microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied Energy*, v. 88, p. 3411-3424, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.11.025>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261910004885>. Acesso em: 24 nov. 2018.

REIS, A., LOPES, C. A., MORETTI, C. L., RIBEIRO, C. S. C., CARVALHO, C. M. M., FRANÇA, F. H., BÔAS, G. L. V., HENZ, G. P., SILVA, H. R., BIANCHETTI, L. B., VILELA, N. J., MAKISHIMA, N., FREITAS, R. A., SOUZA, R. B., CARVALHO, S. I. C., BRUNE, S., MAROUELLI, W. A., NASCIMENTO, W. M., PEREIRA, W. MELO, W. F. Como plantar berinjela. EMBRAPA HORTALIÇAS., *Sistemas de Produção*, 3a ed., ISSN 1678-880X. Versão Eletrônica., Brasília – DF. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/berinjela/diagnose-foliar>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

RENAULT, F., SANCEY, B., BADOT, P. –M., CRINI, G. Chitosan for coagulation/flocculation process – Na eco-friendly approach. *European Polymer Journal*, v. 45, p. 1337-1348, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2008.12.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014305708007222>. Acesso em 21 jan. 2019.

RIBEIRO, M. R. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTSal., p. 11-19, 2010. Disponível em: <http://www.ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 14 maio. 2019.

RIBEIRO, R. L. L., MARIANO, A. B., VARGAS, J. V. C. Estimate of production of biodiesel from microalgae in compact tubular photobioreactor. 22nd International Congress of Mechanical Engineering, p.3-7, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311595263_ESTIMATE_OF_PRODUCTION_OF_BIODIESEL_FROM_MICROALGAE_IN_COMPACT_TUBULAR_PHOTOBIOREACTO R. Acesso em: 05 set. 2019.

RIZWAN, M., MUJTABA, G., MEMON, S. A., LEE, K., RASHID, N. Exploring the potencial of microalgae for new biotechnology applications and beyond: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews., v. 92, pp. 394-404., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.034>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118302557>. Acesso em: 21 jan 2019.

RÔLA, A. K. K., CASTRO, G. M., SANTANA, H. F., J. J. L. L. de SOUZA., SILVA, D. J. Avaliação da eficiência de coagulantes comerciais para aplicação em sistemas de tratamento de água. Journal of Chemical Engineering and Chemistry., v. 2, n.3., p. 014-033. DOI: 10.18540/2446941602032016014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309756478>. Acesso em : 14 maio. 2019.

ROSELET, F.; VANDAMME, D.; ROSELET, M.; MUYLAERT, K.; ABREU, P.C. Screening of comercial natural and synthetic cationic polymers for flocculation of freshwater and marine microalgae and effects of molecular weight and charge density. Algae Research. v.10, p.183-188., 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2015.05.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926415001289>. Acesso em: 21 jan. 2019.

RUIZ, A. M., GARCIA, N. M., ROMERO, I., SECO, A., FERRER, J. Microalgae cultivation in wastewater: Nutrient removal from anaerobic membrane bioreactor effluente. Bioresource Technology., v. 126, p. 247-253., 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.09.022>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852412013594>. Acesso em 23 jan 2019.

SAGOLT, M., FOLCH, M. Wastewater treatment and water reuse. Environmental Science & Health., v. 2, p. 64-74., 2018. DOI: 10.1016/j.coesh.2018.03.005. Disponível em: <http://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584417300314>. Acesso em: 14 maio. 2019.

SÃO PAULO. Resolução conjunta SES/SMA/SSRH N° 01 de 28 de junho de 2017., que dispõe sobre o reuso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário e dá providências correlatas. Estado de São Paulo., 2017.

SCHWEDE, S., KOWALCZYK, A., GERBER, M., SPAN, R. Anaerobic co-digestion of the marine microalga *Nannochloropsis salina* with energy crops. Bioresource Technology, v.

148, p. 428-435, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.08.157>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852413014156>. Acesso em 21 jan. 2019.

SECO, A.; HERMANN, L.; KABBE, C. Green and circular economy. SOS fosforo: Quale futuro sostenibile. Disponível em: <https://www.ecomondo.com/eventi/programma/seminari-e-convegni/e8587300/european-nutrient-event-towards-circular-economy-of-phosphorus.html>. Acesso em: 17 out. 2018.

SELESU, N. F. H. Desenvolvimento do processo de produção de microalgas em fotobiorreator industrial usando efluente suíno biodigerido. Dissertação (em Ciências dos Materiais) – PIPE. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015. Orientador: Prof. Dr. José Virato Coelho Vargas. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/38149/R%20-%20D%20-%20NELSON%20FERNANDO%20HERCULANO%20SELESU.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 17 jun. 2019.

SILVA, A. P. F. S. Eletroflotação não-convencional aplicada à separação e ruptura celular de microalgas: um avanço na viabilidade da geração de biodiesel., 2013. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFC-7_55150877027412a63b21383ed7e75161. Acesso em: 21 de ago., 2019.

SILVA, J. B. C., GIORDANO, L. B., FURUMOTO, O., BOITEUX, L. S., FRANÇA, F. H., BÔAS, G. L. V., BRANCO, M. C., MEDEIROS, M. A., MAROUELLI, W., SILVA, W. L. C., LOPES, C. A., ÁVILA, A. C., NASCIMENTO, W. M., PEREIRA, W. Cultivo de tomate para industrialização. EMBRAPA HORTLIÇAS., Sistemas de Produção, 2a. ed., dez., 2018. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm. Acesso em: 30 maio de 2019.

SINGH, G.; PATIDAR, S. K. Microalgae harvesting techniques: A review. Journal of Environmental Management. v. 217. p. 499-508, 2018. DOI: doi: 10.1016/j.jenvman.2018.04.010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29631239>. Acesso em: 17 out. 2018.

SHRESTHA, K. M., HILDEBRAND, M. Development of flow cytometric procedures for the efficient isolation of improved lipid accumulation mutants in a *Chlorella* sp. microalga. Journal of Applied Phycology., v. 25, pp 1643-1651, 2013. DOI: 10.1007/s10811-013-0021-8. Disponível em : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3825614/>. Acesso em 21 jan 2019.

SLOMPO, N. D. M. Monitoramento e avaliação de sistema de tratamento para águas negras composto por Reator UASB, Fotobiorreator, Flotação e processos de desinfecção. Orientador: Luiz Antônio Daniel. 2018. 317 f. Tese (Doutorado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2018.

SOUSA, A. F. S. Diretrizes para implantação de sistemas de reuso em condomínios residenciais baseados no método APPCC – análise de perigos e pontos críticos de controle: estudo de caso Residencial Valville I. Orientador: Dr. José Carlos Mierzwa. Dissertação (mestrado em saneamento ambiental) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2008.

SOUSA, J. T., HAANDEL, A. C. V., CAVALCANTI, P. F. F., FIGUEREDO, A. M. F. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. Engenharia Sanitária e Ambiental., v. 10, n. 3, p. 260-265., 2005.

SOUZA, M. H. B., CALIJURI, M. L., ASSEMANY, P. P., JACKELINE, S. C., OLIVEIRA, A. C. M. Soil application of microalgae for nitrogen recovery: A life-cycle approach. Journal of Cleaner Production., v. 211, p. – 342-349., 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.097>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618335017>. Acesso em jan 21. 2019.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. <<http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=175>>. Acesso em: 13 set. 2018.

SUBTIL, E. L., SANCHEZ, A. A., CAVALHERO, A. Sistemas descentralizados de tratamento de esgoto e reuso de água. Ciência e Tecnologia Ambiental. p. 201-220., 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Subtil/publication/309429650_Sistemas_descentralizados_de_tratamento_de_esgoto_e_reuso_de_agua/links/5970ed1d4585153016391d10/Sistemas-descentralizados-de-tratamento-de-esgoto-e-reuso-de-agua.pdf. Acesso em: 16 jan. 2019.

TANAC. Tratamento de água. Catálogo, 2013. Disponível em: <http://www.tanac.com.br/pt-br/produtos/aguas>. Acesso em: 16 jan. 2019.

TEIXEIRA, C. M. L. L.; KIRSTEN, F. V; TEIXEIRA, P. C. N; Evaluation of *Moringa Oleifera* seed flour a flocculating agent for potential biodiesel producer microalgae. v. 24, p. 557-563, jun. 2012. DOI: 10.1007/s10811-011-9773-1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257576978_Evaluation_of_Moringa_oleifera_seed_flour_as_a_flocculating_agent_for_potential_biodiesel_producer_microalgae. Acesso em: 17 out. 2018.

TEIXEIRA, C. M. L. L., TEIXEIRA, P. C. N. Evaluation of the flocculation efficiency of *Chlorella vulgaris* mediated by *Moringa Oleifera* seed under diferente forms: flour, seed cake and extracts of flour and cake. Brazilian Journal of Chemical Engineering., v. 34, n.01., p. 65-74, 2017. DOI: [dx.doi.org/10.1590/0104-6632.20170341s20150470](https://doi.org/10.1590/0104-6632.20170341s20150470). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-66322017000100065. Acesso em: 14 maio. 2019.

TOMASELLI, L., LAMENTI, G., BOSCO, M., TIANO, P. Biodiversity of photosynthetic micro-organisms dwelling on stone monuments. International Biodeterioration &

Biodegradation, v. 46, p. 251-258., 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(00\)00078-0](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(00)00078-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830500000780>. Acesso em 21 jan. 2019.

TRANI, P. E., PURQUÉRIO, L. F. V., FIGUEIREDO, G. J. B., TIVELLI, S. W., BLAT, S. F. Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula. Instituto Agrônômico., Campinas, SP, 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/ruralpecuariapecuaria/calagem-e-adubao-da-alface-almeiro-agrio-dgua-chicria-coentro-espinafre-e-rcula>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

UDOM, I.; ZARIBAF, B. H.; HALFHIDE, T. Harvesting microalgae grown on wastewater. Bioresource Technology, v. 139, p. 101-106, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.04.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852413006068>. Acesso em: 17 out. 2018.

UDUMAN, N.; QI, Y.; DANQUAH, M.K.; FORDE, G.M.; HOADLEY, A. Dewatering of microalgal cultures: A major bottleneck to algae-based fuels. Journal of Renewable and Sustainable Energy. v. 2, p.1-15., 2009. DOI: 10.1063/1.3294480. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/245308669_Dewatering_of_microalgal_cultures_A_major_bottleneck_to_algae-based_fuels. Acesso em 21 jan. 2019.

UGWU CU, AOYAGI H, UCHIYAMA H. Influence of irradiance, dissolved oxygen concentration, and temperature on the growth of *Chlorella sorokiniana*. Photosynthetica; v. 45, p.309–311, 2007. DOI: 10.1007/s11099-007-0052-y. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-irradiance%2C-dissolved-oxygen-and-on-of-Ugwu-Aoyagi/917b263fb73a8259962e30be5e46d4d6536f2a16>. Acesso em 23 jan. 2019.

USEPA. United States – Environmental Protection Agency. Guidelines for water reuse. EPA / 600 / R-12/618., 2012.

VALVERDE, K. C. Avaliação do processo de tratamento de água utilizando a associação do coagulante natural *Moringa Oleifera* Lam e coagulantes químicos. Orientadora: Rosângela Bergamasco. 2014. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá- PR, 2014.

VANDAMME, D., FOUBERT, I., MEESCHAERT, B., MUYLAERT, K. Flocculation of microalgae using cationic starch. Journal Appl. Phycol., v. 22., p 525-530., 2011. DOI 10.1007/S10811-009-9488-8. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-009-9488-8>. Acesso em 19 jan. 2019.

VANDAMME, D., FOUBERT, I., MUYLAERT, 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.12.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779912002247>. Acesso em 19 jan. 2019.

VANDAMME, D., PONTES, S. C. V., GOIRIS, K., FOUBERT, I. Evaluation of eletro-coagulation-floculation for harvesting marine and freshwater microalgae. *Biotechnology and Bioengineering*. v. 108, 2011. DOI: 10.1002/bit.23199. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21557200>. Acesso em: 17 out. 2018.

VANEECKHAUTE, C., STYLES, D., PRADE, T., ADAMS, P., GUNNAR, T., RODHE, L., GUNNARSSON, I., HERTEFELDT, T. D. Closing nutrient loops through decentralized anaerobic digestion of organic residues in agricultural regions: A multi-dimensional sustainability assessment. *Resources Conservation and Recycling*. v. 136, p. 110-117, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344918301289>. Acesso em: 21 jan. 2019.

VOORTHUIZEN, V. E., ZWIJNENBURG, A., MEER, W. G. J. V., TEMMINK, H. Biological black water treatment combined with membrane separation. *Water research*, v. 42, p. 4334-4340, 2008. DOI: 10.1016/j.watres.2008.06.012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23240223_Biological_black_water_treatment_combined_with_membrane_separation. Acesso em 19 jan. 2019.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 3 ed., v. 1., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

WAN, C.; ALAM, A.; ZHAO, X.; ZHANG, X.; GUO, S.; HO, S.; CHANG, J.; BAI, F. Current progress and future prospect of microalgal biomass harvest using various flocculation technologies. *Bioresource Technology*. v.184, p.251- 25, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.11.081>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852414016939>. Acesso em 21 jan. 2019.

WANG, X., ZHAO, Y., JIANG, X., WANG, Y., LI, H., LI WANG., LIANG, W. The growth and physiological activity of *Microcystis aeruginosa* after flocculation using modified tannin. *International Biodeterioration & Biodegradation*., v. 133, p. 180-186, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2018.07.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830518304475>. Acesso em: 17 out. 2018.

WENDLAND, C., DEEGENER, S., BEHRENDT, J., TOSHEV, P., OTTERPOHL, R. Anaerobic digestion of blackwater from vacuum toilets and kitchen refuse in a continuous stirred tank reactor (CSTR). *Water Sci. Technol* v. 55, p. 187-194, 2007. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17506437>.

WHUANG, S. C., KHIN, M. C., CHUA, P. Q. D., LUO, Y. D. Use of *Spirulina* biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers. *Algal Research*., v. 15, p. 59-64., 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.02.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926416300480>. Acesso em 13 maio. 2019.

WHO – World Health Organization. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Report of a WHO - Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization., n. 517, 1973.

WITHERS, P. J.; RODRIGUES, M.; SOLTANGHEISI, A.; CARVALHO, T. S.; GUILHERME, L. R.; BENITES, V. D. M.; GATIBONI, L. C.; SOUZA, D. M. G.; NUNES, R. N.; ROSOLEM, C. A.; ANDREOTE, F. D.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; COUTINHO, E. L. M.; PAVINATO, P. S. Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture. Scientific reports, v. 8, p. 2537, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20887-z>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-20887-z>. Acesso em: 17 out. 2018.

WUANG, S. C., KHIN, M. C., CHUA, P. Q. D; LUO, Y. D. Use of *Spirulina* biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers. Algal Research., v. 15, p. 59-64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.02.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926416300480>. Acesso em 14 maio. 2019.

WWF-BRASIL. Desenvolvimento Sustentável., 2018. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acesso em 11 jan. 2019.

WYATT, N. B., GLOE, L. M., BRADY, P. V., HEWSON, J. C., GRILLET, A. M., HANKINS, M. G., POHL, P. I. Critical conditions for ferric chloride-induced flocculation of freshwater algae. Biotechnology and Bioengineering., v. 109, n. 02, 2012. DOI: 10.1002/bit.23319. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21882173>. Acesso em 21 jan. 2019.

YANG YIN, C. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. Process Biochemistry. V. 45. p. 1437-1444., 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.05.030>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511310002114>. Acesso em: 17 out. 2018.

XU, Y., PURTON, S., BAGANZ, F. Chitosan flocculation to aid the harvesting of the microalga *Chlorella sorokiniana*. Bioresource Technology, v. 129, p. 296-301., 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.068>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852412017609>. Acesso em: 17 out. 2018.

ZAMALLOA, C., VULSTEKE, E., ALBRECHT, J., VERSTRAETE, W. The Techno-economic potential of renewable energy through the anaerobic digestion of microalgae., v. 102, p. 1149-1158, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.09.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410015294>. Acesso em 21 jan, 2019.

ZHOU, K., BARJENBRUCH, M., KABBE, C., INIAL, G., REMY, C. Phosphorus recovery from municipal and fertilizer wastewater: China's potential and perspective. Journal of Environmental Sciences., v. 764, p.10, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.04.010>.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S100107421630119X>. Acesso em: 17 out. 2018.

ZHU, X., ZHU, Z., LEI, X., YAN, C. Defects in structure as the sources of the surface charges of kaolinite. *Applied Clay Science*, v. 124-125., p. 127 -136., 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.01.033>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131716300345>. Acesso em 18 jan. 2018.