



MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4 [recurso eletrônico]
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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

APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro. Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR	
Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama	
DOI 10.22533/at.ed.3091916041	
CAPÍTULO 2	8
TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL	
José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.3091916042	
CAPÍTULO 3	17
TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA	
Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.3091916043	
CAPÍTULO 4	26
TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL	
Luthiene Alves Dalanhese Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém	
DOI 10.22533/at.ed.3091916044	
CAPÍTULO 5	38
TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES	
Rosely Santos de Queiroz Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3091916045	

CAPÍTULO 6 45

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL

Tatiana da Silva Sant'Ana
Thaís Cardozo Almeida
Sávio de Meneses Leite Asevedo
Isabella Muniz Monteiro Neves
Elisa Barbosa Marra
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura
Moisés Teles Madureira
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

DOI 10.22533/at.ed.3091916046

CAPÍTULO 7 54

REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo
Ana Alice Quintans de Araújo
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima
Kely Dayane Silva do Ó
Wilton Silva Lopes

DOI 10.22533/at.ed.3091916047

CAPÍTULO 8 65

REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA

Daniel Mantovani
Aline Takaoka Alves Baptista
Luís Fernando Cusioli
Paulo Cardozo Carvalho Araújo
Renan Araújo De Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.3091916048

CAPÍTULO 9 73

REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul

Delzuite Teles Leite
Adcleia Pereira Pires
Fabricio Chagas Sobrinho
Claudia Oliveira dos Santos
Edson Braz Santana

DOI 10.22533/at.ed.3091916049

CAPÍTULO 10 79

SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H₂S)

Abraão Evangelista Sampaio
Almira dos Santos França Carvalho
Marylia Albuquerque Braga
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

DOI 10.22533/at.ed.30919160410

CAPÍTULO 11	89
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA	
Roberto Rodrigues Cunha Lima Gabriela Medeiros dos Santos Paulla Beatriz França de Sousa Paulo Douglas Santos de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.30919160411	
CAPÍTULO 12	101
ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTA FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB	
Jéssica Silva Ramalho Adriano Lucena da Silva Maria Deise da Dores Costa Duarte	
DOI 10.22533/at.ed.30919160412	
CAPÍTULO 13	111
ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS	
Geisiane Aparecida de Lima Fábio Moreira Teixeira Marcos Vinícius da Silva Rudolf Huebner Lucas Paglioni Pataro Faria	
DOI 10.22533/at.ed.30919160413	
CAPÍTULO 14	120
ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT	
Stéfano Teixeira Silva Sergio Roberto de Paulo Adriel Martins Lima Leomir Batista Neres Ricardo Vanjura Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.30919160414	
CAPÍTULO 15	134
LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA (<i>MANIHOT ESCULENTA CRANTZ</i>) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM	
Erika Micheilla Brasil Aurelio Diaz Sonia Maria Bezerra	
DOI 10.22533/at.ed.30919160415	

CAPÍTULO 16	141
MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	
Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos Aurora Mariana Garcia de Franca Souza	
DOI 10.22533/at.ed.30919160416	
CAPÍTULO 17	148
NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING	
Nilsa Toyoko Azana Pei Jen Shieh Talita Mazon Natanael Lopes Dias Antônio Carlos Camargo do Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.30919160417	
CAPÍTULO 18	157
NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B	
Francisco Xavier Nobre Rosane dos Santos Bindá Elton Ribeiro da Silva Rodrigo Muniz de Souza José Milton Elias de Matos Lizandro Manzato Yurimiler Leyet Ruiz Walter Ricardo Brito Paulo Rogério da Costa Couceiro	
DOI 10.22533/at.ed.30919160418	
CAPÍTULO 19	175
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR	
Marcelo Vitor Ferreira Machado José Brant de Campos Marilza Sampaio Aguilar Vitor Santos Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.30919160419	
CAPÍTULO 20	184
BATERIAS LI-O ₂ E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO	
Gustavo Doubek Leticia Frigerio Cremasco André Navarro de Miranda Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.30919160420	

CAPÍTULO 21	197
BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES: TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS	
Cleber Alexandre de Amorim Kate Cristina Blanco Ivani Meneses Costa Adenilson José Chiquito	
DOI 10.22533/at.ed.30919160421	
CAPÍTULO 22	214
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS	
Fernanda Menezes Thais Ferreira da Silva Fábio Roberto Passador Ana Paula Lemes	
DOI 10.22533/at.ed.3091916042122	
CAPÍTULO 23	227
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO DO ENSACAMENTO	
Fábio Oseias dos Reis Silva José Darlan Ramos Nathalia Vállery Tostes Iago Reinaldo Cometti Alexandre Dias da Silva Letícia Gabriela Ferreira de Almeida Renata Amato Moreira Miriã Cristina Pereira Fagundes Verônica Andrade dos Santos Giovani Maciel Pereira Filho	
DOI 10.22533/at.ed.3091916042123	
CAPÍTULO 24	233
CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE JACARANDÁ-DA-BAHIA (<i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.)	
Tatiana Reis dos Santos Bastos Jacqueline Rocha Santos Cleidiane Barbosa dos Santos Jerffson Lucas Santos Otoniel Magalhães Morais	
DOI 10.22533/at.ed.3091916042124	
CAPÍTULO 25	239
ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S	
Cássia Carla de Carvalho Anderson Costa Marques Alexandre de Souza Campos Felipe Olobardi Freire Filipe Martel de Magalhães Borges	

Juan Alberto Chavez Ruiz

DOI 10.22533/at.ed.3091916042125

CAPÍTULO 26 249

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.3091916042126

CAPÍTULO 27 261

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

DOI 10.22533/at.ed.3091916042127

CAPÍTULO 28 271

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.3091916042128

CAPÍTULO 29 283

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.3091916042129

CAPÍTULO 30 290

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

DOI 10.22533/at.ed.3091916042130

CAPÍTULO 31 296
APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO
DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS

Cleber Alexandre de Amorim
Kate Cristina Blanco

DOI 10.22533/at.ed.3091916042131

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 311

REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque

Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande - PB

Amanda da Silva Barbosa Cartaxo

Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande - PB

Ana Alice Quintans de Araújo

Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande - PB

Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima

Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande - PB

Kely Dayane Silva do Ó

Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande - PB)

Wilton Silva Lopes

Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande - PB

RESUMO: A ocorrência de florações de cianobactérias, em mananciais utilizados para abastecimento público, é cada vez mais frequente. Alguns gêneros de cianobactérias possuem espécies potencialmente produtoras de cianotoxinas, que podem afetar a saúde humana pelo contato direto através da pele ou por ingestão de água ou alimento contaminado. Classificadas de acordo com sua ação farmacológica, as cianotoxinas, são conhecidas como hepatotoxinas, neurotoxinas

e dermatotoxinas. Dentre as hepatotoxinas comumente encontradas em amostras ambientais, tem-se a microcistina (MC), um heptapeptídeo cíclico que pode levar a morte em horas ou dias. Todavia, as dermatotoxinas de maior incidência no Brasil são as saxitoxinas (STX), que apresentam atividade neurotóxica e são também conhecidas por PSP (do inglês “Paralytic Shellfish Poisoning”), por terem sido identificadas como causa do envenenamento em humanos que consumiram mariscos contaminados. O conhecimento desse problema tem conduzido à necessidade de otimização das técnicas de tratamento que favoreçam uma elevada remoção de células intactas de cianobactérias, pois o uso de agentes oxidantes promove a lise celular a qual pode causar a liberação destas toxinas na água. O Carvão Ativado (CA) se apresenta como uma das melhores alternativas para a remoção de compostos orgânicos e inorgânicos devido a seu alto poder de adsorção. Nesta perspectiva, visando o cumprimento da portaria de potabilidade vigente, quanto à concentração de cianotoxinas extracelulares, o presente trabalho faz uma revisão de estudos utilizando o carvão ativado granular e em pó, na remoção destas cianotoxinas presentes em águas destinadas a abastecimento público do estado da Paraíba.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão Ativado; Cianotoxinas; Tratamento de água.

ABSTRACT: The occurrence of cyanobacteria blooms, in water sources used for public supply, is becoming more frequent. Some genera of cyanobacteria have potentially cyanotoxin-producing species that can affect human health by direct contact through the skin or by ingestion of contaminated food or water. Classified according to their pharmacological action, cyanotoxins are known as hepatotoxins, neurotoxins and dermatotoxins. Among the hepatotoxins commonly found in environmental samples, we have microcystin (MC), a cyclic heptapeptide that can lead to death in hours or days. However, the most prevalent dermatotoxins in Brazil are saxitoxins (STX), which present neurotoxic activity and are also known as PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), as they have been identified as the cause of poisoning in humans that consumed contaminated shellfish. The knowledge of this problem has led to the need to optimize treatment techniques that favor a high removal of intact cells from cyanobacteria, since the use of oxidizing agents promotes cell lysis which can cause the release of these toxins into the water. Activated Carbon (AC) is one of the best alternatives for the removal of organic and inorganic compounds due to its high adsorption capacity. In this perspective, in order to comply with the current drinking water regulations, regarding the concentration of extracellular cyanotoxins, the present work reviews the use of activated granular and powdered coal in the removal of these cyanotoxins present in waters intended for public supply in the state of Paraíba.

KEYWORDS: Activated carbon; Cyanotoxins; Water treatment.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento do lançamento de nitrogênio e fósforo provenientes de diversas atividades antrópicas nas bacias hidrográficas, tem modificado as características dos corpos d'água. Uma consequência do aporte maior desses nutrientes no corpo d'água é o crescimento acelerado de microrganismos produtores, predominantemente as cianobactérias por sua capacidade de assimilação desses nutrientes. A alteração que ocorre nesse ambiente enriquecido é parte do processo de eutrofização que interfere na qualidade de possíveis mananciais e caracteriza-se por elevada densidade de algas e cianobactérias (10^6 - 10^8 cel.mL⁻¹) que se tornam organismos dominantes.

Os primeiros registros de florações de cianobactérias na Paraíba foram reportados no parque Solón de Lucena, uma lagoa artificial, localizada na área urbana de João Pessoa, a capital paraibana. Em mananciais destinados ao abastecimento público, os primeiros registros de cianobactérias ocorreram no reservatório Argemiro Figueiredo (Acauã), no Médio Rio Paraíba, que apresentou florações de *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii* (MENDES & BARBOSA, 2004).

A presença desses microrganismos em tais condições dificulta e aumenta o custo do tratamento da água para o consumo humano, pois, comumente, produzem substâncias que conferem sabor e odor à água. Ademais, cianobactérias dos gêneros *Microcystis*, *Anabaena*, e *Cylindrospermopsis* podem se tornar produtoras de toxinas

de acordo com indeterminadas alterações ambientais capazes de causar prejuízos à saúde humana dependendo da dosagem do tempo de exposição (AZEVEDO et al., 2002). O efeito bioacumulativo das cianotoxinas pode ser, também, um fator responsável pela intoxicação de algumas populações humanas consumidoras de animais que entram em contato com água contaminada (FIGUEREDO et al., 2004).

O conhecimento desse problema tem conduzido à necessidade de otimização das técnicas de tratamento que favoreçam uma elevada remoção de cianobactérias e cianotoxinas na água. A adsorção em carvão ativado tem sido usada como uma etapa complementar ao tratamento de água convencional, com o intuito de remover substâncias causadoras de cor, odor e gosto, como 2-metil-isoborneol (2-MIB), geosmina, agrotóxicos e cianotoxinas, como também pode ser usado no tratamento de efluentes industriais (DI BERNARDO e DANTAS, 2005; DRIKAS et al., 2009).

O processo de ativação do carvão pode ser químico ou físico com o objetivo de formar os poros e aumentar a superfície de contato do carvão, podendo ou não fornecer uma superfície redutora ou oxidante. Isso confere alto poder de adsorção de compostos orgânicos e é utilizado para remoção de impurezas presentes tanto na fase líquida quanto gasosa. A eficiência na remoção de determinada substância alvo por adsorção em carvão ativado depende de alguns fatores. Dentre eles destacam-se a matéria-prima do carvão, o modo de ativação, as características do composto a ser adsorvido e as variáveis físico-químicas do meio. O tamanho da partícula aderente aos poros em que quanto maior a compatibilidade entre partículas e poros, mais eficiente será o processo de remoção, a quantidade de poros equivalentes, granulometria dos grãos do carvão são outros fatores que influenciam na adsorção.

O carvão ativado encontra-se com duas representações no mercado: o carvão ativado em pó (CAP) e granular (CAG). O tratamento avançado com o uso do carvão ativado, apresentado tanto em forma granular ou em pó, revela-se eficiente na remoção de diversos micropoluentes presentes no meio líquido. Visando o cumprimento da portaria de potabilidade vigente, quanto à concentração de cianotoxinas extracelulares, o presente trabalho faz uma revisão de estudos utilizando o carvão ativado granular e em pó, na remoção de cianotoxinas presentes em águas destinadas a abastecimento público, considerando a possibilidade de sua aplicação em escala real nas ETAs do Estado, pela sua efetividade e baixo custo.

2 | ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO (CA)

O primeiro registro do uso de Carvão Ativado para fins de tratabilidade da água foi por volta de 1910 na Inglaterra, com a instalação de um filtro de Carvão Ativado a base de lignita visando remoção de subprodutos do cloro na água. Por volta do ano de 1960, países como Alemanha, Holanda, Dinamarca, Inglaterra e Estados Unidos

utilizaram a filtração em Carvão Ativado em suas instalações de tratamento de água (MASSCHELEIN, 1992).

A adsorção em Carvão Ativado tem sido usada como uma etapa complementar ao tratamento de água convencional, com o intuito de remover substâncias causadoras de cor, odor e gosto, como 2-metil-isoborneol (2-MIB), agrotóxicos e cianotoxinas, como também pode ser usado no tratamento de efluentes industriais (DI BERNARDO e DANTAS, 2005; DRIKAS et al., 2009).

Produzido a partir de diferentes matérias-primas, utilizando-se madeira, osso, casca de coco, antracito e carvão betuminoso e subbetuminoso. Durante a preparação do Carvão Ativado, podem-se considerar duas etapas principais, sendo a primeira denominada de carbonização e realiza-se abaixo de 800 °C. Nesta etapa muitos elementos como nitrogênio, oxigênio e hidrogênio são eliminados e saem como compostos denominados “voláteis” pela decomposição por pirólise do material. Os elementos que permanecem são arranjados em pilhas planas, em lâminas aromáticas agrupadas aleatoriamente, deixando entre si interstícios que formam os poros. Na etapa de ativação, geralmente se utilizam temperaturas de 800 a 900 °C em atmosfera de ar, CO₂ ou vapor, ocorre a oxidação de algumas áreas em relação a outras e a estrutura porosa aleatoriamente desenvolvida na carbonização é ampliada. Isto acaba gerando poros de variados tamanhos e formas, aumentando a área superficial (BANSAL e GOYAL, 2005).

O Carvão Ativado é caracterizado por possuir área superficial interna e porosidade altamente desenvolvida, permitindo a adsorção de moléculas em fase líquida e gasosa, tendo como importância principal, para o processo de adsorção, o desenvolvimento de micro e mesoporos (KAWAHIGASHI, 2012). Os tamanhos do diâmetro dos poros são classificados, conforme a IUPAC (1985), (Tabela 1).

Tipo de poros	Diâmetro (nm)
Microporo secundários	0,8 – 2
Mesoporo	2-50
Macroporo	> 50

Tabela 1. Classificação dos poros conforme seu tamanho.

Fonte: Newcombe, 2006.

Os parâmetros mais relevantes para avaliar a capacidade adsorviva de um determinado tipo de carvão são:

- Número de iodo: grandeza que expressa a quantidade de iodo adsorvida pelo carvão sob condições específicas. Relaciona-se com a adsorção de pequena massa molecular, e expresso em mg de iodo por grama de carvão ativado;
- Índice de azul de metileno: parâmetro que fornece a mesoporosidade do carvão, expresso em mg de azul de metileno por grama de carvão ativado;

- Distribuição de tamanho e área superficial dos poros: grandezas representadas pela superfície específica geralmente expressa em m^2/g (área dos poros por grama de carvão), usualmente determinada pela medida da isoterma de adsorção de moléculas de nitrogênio (DI BERNARDO e DANTAS,2005).

Podendo ser preparado e utilizado de duas formas: em pó ou granular. Sendo considerado carvão ativado em pó (CAP) aquele que possui tamanho de partículas de no máximo $100\mu m$, sendo que a maioria desse tipo de carvão no mercado passa por peneira de $44\mu m$ de abertura. BANSAL E GOYAL (2005), consideram carvão ativado pulverizado com granulometria aproximada de $44\mu m$, confirmando o produzido pelas empresas. É muito disseminado nas estações de tratamento de água por ter baixo valor de mercado se comparado ao granular e por ser versátil na aplicação.

Todavia, para utilização de CAG nas ETAs, são utilizadas colunas de carvão ativado granular instaladas, preferencialmente, após a etapa de filtração. Esse tratamento tem a desvantagem de necessitar de um leito fixo, contribuindo para uma menor flexibilidade de operação, apesar de possuir a versatilidade de operação (podendo desvinculá-la do tratamento de acordo com a necessidade de uso). Porém, a propriedade de reativação do CAG e não formação de lodo são vantagens que ampliam seu potencial uso em escala real. Apesar de possuir maior custo por peso (R\$10,90/kg em 2013), o custo benefício da aplicação do CAG pode ser mais favorável pelo tempo de duração do carvão. Ademais, o carvão ativado granular como meio suporte dos filtros pode servir como superfície de fixação para aderência de bactérias que irão degradar parte da matéria orgânica e remover compostos inorgânicos que permanecerem na água (MALHAUTIER et al., 1997).

De modo geral, o CAG é mais efetivo que o CAP, contudo esse é mais versátil e o custo por unidade de massa é menor, sendo, portanto, mais utilizado nas estações. Consequentemente, encontram-se muitos trabalhos desenvolvidos com carvão ativado em pó e em escalas cada vez menores aumentando a interferência na aplicação em escala real (LIMA, 2013).

A eficiência do carvão ativado na remoção depende de características do adsorvente e do adsorvato, além da presença de substâncias potencialmente removidas em concomitância, como matéria orgânica ou outros poluentes. Por isso, quanto mais clarificada estiver a água que se deseja remover determinado poluente dissolvido, melhores resultados poderão ser atingidos. Outros fatores que interferem no potencial de remoção pelo carvão ativado são a concentração dos compostos dissolvidos, condição de pH, temperatura e força iônica do meio.

Dentre os fatores que afetam a adsorção, levando-se em consideração o adsorvato, incluem concentração, massa molecular, tamanho molecular, estrutura molecular, polaridade molecular, forma ou configuração espacial, natureza e competitividade dos adsorvatos. Para o adsorvente o fator mais importante e determinante da capacidade no equilíbrio e da velocidade de se chegar a esta capacidade, inclui área superficial, natureza físico-química da superfície, disponibilidade da superfície para as moléculas

ou íons do adsorvato, tamanho e forma das partículas do adsorvente. Os parâmetros do sistema, como temperatura, pH, também afetam a adsorção uma vez que eles afetam a carga de um ou mais parâmetros mencionados, (SLEJKO, 1985).

3 | ADSORÇÃO DE CARVÃO ATIVADO NA REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO

No Estado da Paraíba, os principais sistemas de abastecimento de água para consumo humano são as represas ou açudes. De cerca de nove mil açudes registrados no Estado, apenas 121 são monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado (AES/A). Os 20 reservatórios com capacidade superior a 30 milhões de m³ representam cerca de 80% da capacidade de armazenamento das águas superficiais no Estado (SILVA, 2015). Estudos realizados por MACEDO (2009) em 20 principais reservatórios do Estado no âmbito do Programa de Longa Duração (PELD Caatinga) apresentaram a ocorrência de cianobactérias potencialmente toxigênicas. Destes 20, em 16 reservatórios houve predomínio de *Plankthotrix agardhii*, *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, especialmente no período seco, e em 13 açudes foi detectada a presença de microcistina, em concentrações inferiores a 0,5 µg.L⁻¹ em 2 deles e em 11 os valores foram superiores a 1,0 µg.L⁻¹. Com a grande seca iniciada em 2012, as florações por cianobactérias se generalizaram nos açudes da região nordeste, e conseqüentemente em todo o semiárido paraibano.

Há evidências que as tecnologias de tratamento usuais, envolvendo a coagulação química, floculação, sedimentação ou flotação, e filtração, não apresentam eficiência significativa na remoção de cianotoxinas dissolvidas na água. Tal fato, provavelmente, ocorra porque os coagulantes usualmente empregados são ineficazes na desestabilização e precipitação desses compostos, não sendo possível a separação das cianotoxinas nas etapas seguintes da potabilização.

Entretanto, diversos trabalhos relatam que a adsorção por Carvão Ativado sozinho ou combinado com o tratamento convencional é considerada efetiva na remoção de cianotoxinas. Estudos que revelam a eficiência de remoção com o uso do carvão ativado tanto pulverizado quanto granular têm sido desenvolvidos por pesquisadores de várias localidades (SATHISHKUMAR et al., 2010; VERONEZI et al. 2009; JURCZAK et al., 2005).

FERNANDES et al. (2009), estudaram a capacidade de um carvão ativado pulverizado em adsorver microcistinas. Foi observado 80% de remoção, em concentração de microcistina-LR inferior a 3 µg.L⁻¹, quando a dosagem de CAP aplicada foi de 20 mg.L⁻¹, enquanto que para alcançar a remoção de 90% da toxicidade foi necessário aumentar a massa de CAP para 40 mg.L⁻¹. Assim, os autores concluíram que esse tipo de carvão pode não ter sido o mais adequado para a remoção da microcistina- LR.

Por conseguinte, OLIVEIRA (2012) realizou ensaios em escala de bancada, de avaliação da eficiência de remoção de células inteiras de *Microcystis aeruginosa* e de uma de suas toxinas, por coagulação, floculação, sedimentação e filtração seguida de coluna de carvão ativado granular. Houve eficiência de até 90% de remoção de células para dosagem superior a 45 mg.L⁻¹ de sulfato de alumínio e pH de coagulação de 5,5 na água decantada. Na água filtrada e na água efluente da coluna de carvão ativado granular, a concentração média de células de *Microcystis aeruginosa* foi de 3,8 e 3,6 cel.mL⁻¹ respectivamente, esses valores correspondem aos percentuais de remoção de 94 e 96% respectivamente. A concentração média de MC-LR extracelular na água efluente da Coluna de Carvão Ativado Granular (CCAG) foi de 0,15 µg.L⁻¹ abaixo do limite de detecção do método (0,16 µg.L⁻¹) e após 60 horas variou de 0,18 a 0,28 µg.L⁻¹ valores abaixo do valor máximo permitido pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde de 1 µg.L⁻¹ de microcistinas na água de beber.

Avaliando a remoção de microcistina-LR de água para abastecimento, utilizando carvão ativado granular de casca de coco de dendê, VILLAR (2012) realizou um planejamento fatorial 2³, no qual foram estudados os seguintes fatores e níveis: concentração inicial de microcistina-LR (14,56 e 29,26 µg.L⁻¹), pH (6,4 e 8,3) e tempo de contato (60 e 90 s). Cada tratamento consistiu na operação de três colunas, sendo que os tratamentos com tempo de contato de 60 s foram compostos por colunas de 20 gramas de carvão ativado granular, enquanto os experimentos que foram realizados com tempo de contato de 90 s, eram compostos por colunas com 30 gramas do carvão. Cada coluna foi monitorada durante 15 horas e as amostras eram coletadas a cada hora. A capacidade adsorptiva e a taxa de uso nessas condições foi de 21,2 µg.L⁻¹ e 1, 33g.L⁻¹ respectivamente. O tempo de contato foi o fator que mais influenciou no processo de adsorção de microcistina-LR, este comportamento foi observado a partir de 6 horas de monitoramento e se manteve até o final do monitoramento. O pH foi o fator que menos exerceu influência significativa na adsorção de microcistina-LR.

GUIMARÃES (2012), avaliou a remoção de saxitoxina de água de abastecimento em três etapas sequenciais, utilizando tratamento convencional seguido de adsorção por colunas (CC1 e CC2) de carvão ativado granular (CAG). Os resultados dos ensaios de coagulação mostraram boa eficiência de remoção (> 50 %) para água de estudo (AE) com pH natural da água (7,6), para uma dosagem de sulfato de alumínio de 25mg/L, tanto em termos de turbidez quanto de cor verdadeira remanescentes. Para os ensaios com polímeros sintéticos, o polímero catiônico, em geral, se destacou em relação ao polímero aniônico com percentuais médios de remoção de 57% para remoção de cor verdadeira. Quando avaliada a representabilidade dos dados, observou-se que as eficiências de remoções não se repetiram. Na terceira etapa, houve baixa remoção saxitoxina por parte tratamento convencional (7%), a remoção se processou nas colunas de adsorção. A CC1 e a CC2 obtiveram remoções entre 100 e 70%, entretanto, para percentuais máximos de remoção a CC2 removeu maior quantidade de saxitoxina por unidade de tempo em relação a CC1, praticamente seis

horas de diferença.

As normas brasileiras que fundamentam o dimensionamento e manutenção de colunas de filtração por carvão ativado granular, bem como as características do meio filtrante, são importantes para difundir o uso dessa tecnologia para o tratamento avançado de água nas estações de tratamento no país. O desenvolvimento dessas normas, são cada vez mais requisitadas devido ao aumento crescente da poluição associado à diminuição de volume de água dos reservatórios e consequente floração de cianobactérias. Logo, SILVA (2014) objetivou avaliar a hierarquização da remoção de microcistina-LR e saxitoxina STX por meio da adsorção em CAG de natureza e granulometrias distintas. Foram utilizadas colunas de filtração com dois carvões de casca de coco de dendê com granulometrias 8x30mesh (FDG) e 12x40mesh (FDF) e um carvão mineral com granulometria 12x25mesh (FCM). Analisada a remoção de microcistina-LR pelos três tipos de carvão ativado foi observado que, no ensaio com água destilada, o filtro de carvão ativado de casca de coco de dendê de menor granulometria 12x40mesh (0,42-1,40mm) foi mais eficiente. Comparando os filtros de CAG de maior granulometria nas duas águas de estudo, observou-se que, de forma geral, o filtro de carvão ativado mineral 12x25mesh (1,30-1,60mm) teve melhor desempenho que o filtro de carvão ativado de casca de coco de dendê 8x30mesh (0,60-2,36mm) por ter permanecido com concentrações abaixo da máxima permitida pela Portaria 2914/2011 por maior tempo.

GUERRA et al., (2015) avaliaram em escala de bancada a remoção de microcistina-LR em colunas de CAG de casca de coco de dendê de diferentes granulometrias (0,42 - 1,40 e 0,60 - 2,36 mm) usando água bruta de manancial coletada na entrada da ETA e adicionada de cianotoxina obtida por lise celular de cultura toxigênicas. A água de estudo foi previamente tratada por sistema convencional simulando um sistema convencional utilizando o Jar Test; o efluente final decantado foi aduzido aos filtros de areia cujo efluente foi distribuído nas duas colunas de carvão ativado granular. Todas as etapas do tratamento convencional foram pouco eficientes na remoção da microcistina-LR, já o CAG removeu entre 80 a 100%, com a maior eficiência daquele com menor granulometria, conseguindo remover a toxina até níveis inferior ao estabelecido pela Portaria 2914/2011 – MS.

LIMA (2015), verificou o valor de pH_{pcz} do Carvão Ativado Granular de casca de coco de dendê, e determinou os melhores tempos de contato em que ocorrem as maiores taxas de adsorção para remoção microcistina-LR, através de estudos cinéticos de adsorção, analisados de acordo com os modelos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem. A adsorção foi eficiente para a remoção de MC-LR, com eficiências médias acima de 90%, o Carvão Ativado Granular (CAG) utilizado, apresentou valor de pH_{pcz} favorável à adsorção de MC-LR nas condições dos experimentos. Os resultados obtidos dos testes com diferentes pHs confirmaram que a adsorção de MC-LR foi mais eficiente em pH ácido e próximo a 5,0.

Dessa maneira, para analisar a adsorção da microcistina-LR por carvão ativado é

importante levar em consideração que se trata de uma molécula de alta massa molar, agregada de aminoácidos complexos com características hidrofóbicas e propriedades em solução aquosa, conseqüentemente, a correta seleção do carvão ativado para remoção dessa toxina da água, antes de se adotar qualquer medida de adsorção, se requer de uma avaliação dessas duas propriedades combinadas ao conhecimento detalhado das propriedades físicas do adsorvente e da sua superfície química (PENDLETON et al., 2001; HUANG et al., 2007).

4 | CONCLUSÃO

Como resposta às exigências ambientais impostas pelo nível da qualidade da água, torna-se necessário buscar o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de eliminar a presença de cianotoxinas em águas potáveis. O tratamento de água do tipo convencional, compreendendo coagulação, floculação, sedimentação, filtração e cloração, embora seja o mais difundido no País, apresenta limitações em relação à remoção de algas e cianobactérias. Mesmo diante dos diversos problemas operacionais, se otimizado, o tratamento convencional poderá ser eficiente na remoção de células de cianobactérias, sendo, entretanto, ineficiente na remoção de metabólitos secundários dissolvidos liberados durante a lise celular, tais como as cianotoxinas.

Dos processos comumente inseridos na tecnologia convencional de tratamento de água, com alta eficiência na destruição de cianotoxinas, a adsorção em carvão ativado em pó (CAP) ou granular (CAG) têm apresentado resultados significativos. Estudos relatam a possibilidade de sua aplicação em escala real nas ETAs do Estado paraibano, por serem métodos viáveis, econômicos e sustentáveis no tratamento de água.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, S. M. F. O.; CARMICHAEL, W. W.; JOCHIMSEN, E. M.; RINEHART, K. L.; LAU, S.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru – Brasil. **Toxicology**. 181-182, p 441-446, 2002.

BANSAL, R. C.; GOYAL, M. **Activated carbon adsorption**. United States of American, Taylor and Francis Group. 2005.

DI BERNARDO, L; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2 ed. São Carlos: Rima, 2005. 1565p.

DRIKAS, M., DIXON, M.; MORRAM, J. Removal of MIB and gosmin using granular activated carbon with and without MIEX pre-treatment. **Water Research**. v. 43, p. 5151- 5159, 2009.

FERNANDES, A. N., JUNIOR, E. P., FERREIRA FILHO, S. S. “**Remoção de microcistina-LR no tratamento de águas de abastecimento por processos de oxidação química e adsorção**”. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2009.

FIGUEREDO, D. R.; AZEITEIRO, U. M.; ESTEVES, S. M.; GONÇALVES, S. J. M.; PEREIRA, M.J. Microcystins-producing blooms – a serious global public health issue. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 59, p 151-163, 2004.

GUERRA, A. B.; TONUCCI, M. C.; CEBALLOS, B. S. O.; GUIMARÃES, H. R.C.; LOPES, W. S.; AQUINO, S. F.; LIBÂNIO, M. Remoção de microcistina-LR de águas eutrofizadas por clarificação e filtração seguidas de adsorção em carvão ativado granular. **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**. V. 20, p. 603-612, 2015.

GUIMARÃES, H. R. C. Avaliação da remoção de saxitoxina no tratamento de água de abastecimento em sistema convencional seguido de adsorção em carvão ativado granular (CAG). **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, p.77. 2012.

HUANG, W.J; CHENG, B.L.; CHENG, Y.L. Adsorption of microcystin-LR by three types of activated carbon. **Journal of Hazardous Materials**. n.141, p. 115–122, 2007.

JURCZAK, T.; TARCZYNSKA, M.; IZYDORCZYK, K.; MANKIEWICZ, J.; ZALEWSKI, M.; MERILUOTO, J. Elimination of microcystins by water treatment processes – examples from Sulejow Reservoir, Poland. **Water Research**. 39, p 2394-2406, 2005.

KAWAHIGASHI, F. **Aplicabilidade do pós-tratamento de lixiviados de aterro sanitário por adsorção em carvão ativado granular e avaliação ecotoxicológica**. 2012. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

LIMA, D. R. S., **Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos de águas naturais por clarificação associada à adsorção em carvão ativado em pó**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental da UFOP, Ouro Preto, MG, 126p., 2013.

LIMA, N.N.C. Remoção de microcistina-LR através de adsorção com de carvão ativado. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, p.86. 2015.

MACEDO, D.R.G. Microcistina na água e biomagnificação em peixes de reservatórios de abastecimento público do Estado da Paraíba. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba- João Pessoa – PB,p.92. 2009.

MALHAUTIER, L., J. R., DEGORCE-DUNAS, V. DEGRANCE, R. BARDIN, F. LE CLOIREC. Serological determination of Nitrobacter species in a deodorizing granular activated carbon filter. **Environmental Technology**. V.18, pp 275-283, 1997.

MENDES, J.S.; BARBOSA, J.E.L.O índice de estado trófico como ferramenta no monitoramento da qualidade de água da barragem de acauã: sistema recém construído sobre o rio Paraíba – PB. In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004, Natal, Sociedade de Engenharia Sanitária, p. 54-64, 2004.

MASSCHELEIN, W. J. “**Adsorption.**” In: **Unit Processes in Drinking Water Treatment**, Marcel Dekker, Inc., Nova York, EUA. 321-363, 1992.

OLIVEIRA, S. N. Remoção de *Microcystis aeruginosa* e microcistina-Lr por coagulação, floculação, sedimentação e filtração seguida de coluna de carvão ativado granular. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, p.82. 2012.

PENDLETON, P.; SCHUMANN, R.; WONG, S.H. Microcystin-LR adsorption by activated carbon. **Journal of Colloid and Interface Science**, n. 240, n. 1, p.1-8, 2001

SATHISHKUMAR, M.; PAVAGADHI, S.; VIJAYARAGHAVAN, K.; BALASUBRAMANIAN, S. L. Experimental studies on removal of microcystin-LR by peat. **Journal of Hazardous Materials**. n.184, p. 417–424, 2010.

SILVA, A. G. Avaliação do pH de oxidação do processo fenton na remoção de microcistina-LR de água de abastecimento. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande. 2015.105p.

SILVA, N.M.C. Avaliação da hierarquização na remoção de cianotoxinas por meio da adsorção em carvão ativado granular. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, p.80. 2014.

SLEJKO, F.L. Adsorption technology: a step-by-step approach to process evaluation and application. New York: **Marcel Dekker Inc.**, 223 p., 1985.

VERONEZI, M. V.; GIANI, A.; MELO, C. S.; GOMES, L. L.; LIBÂNIO, M. Avaliação da remoção de saxitoxinas por meio de técnicas de tratamento das águas de abastecimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. V.14, N.2, p 193-204, 2009.

VILLAR, S.B.B.L. Avaliação da remoção de microcistina-LR por adsorção em carvão ativado granular. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, p.58. 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES: Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail.com. com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

JOÃO LEANDRO NETO: Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO: Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-330-9

