

Ciências Biológicas e da Saúde:

Investigação
e Prática

Juan Carlos Cancino-Diaz
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Ciências Biológicas e da Saúde:

Investigação e Prática

Juan Carlos Cancino-Diaz
(organizador)

VOL II



**EDITORA
ARTEMIS**
2023



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

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

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Juan Carlos Cancino-Díaz
Imagem da Capa	Pro500/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

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

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



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

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

C569 Ciências Biológicas e da Saúde: Investigação e Prática II [livro eletrônico] / Organizador Juan Carlos Cancino-Díaz. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
Edição bilíngue
ISBN 978-65-87396-75-0
DOI 10.37572/EdArt_250223750

1. Ciências biológicas. 2. Saúde. I. Cancino-Díaz, Juan Carlos.
CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Las ciencias biológicas abarcan diferentes disciplinas, entre ellas la medicina, la epidemiología, la biotecnología y hasta el medio ambiente; que se relacionan con otras ciencias que estudian la salud como la antropología médica. Estas aportan las bases científicas para el mejoramiento de la vida y la salud. En la actualidad, hay un gran interés sobre nuevas investigaciones en ciencias biológicas que ayudan a contestar diferentes inquietudes ocurridas en la vida cotidiana. En este libro, constituido por 16 capítulos, se enfoca en las disciplinas de la salud, la disciplina biotecnológica y la disciplina del medio ambiente.

En la disciplina “Salud y Prácticas”, dos artículos están vinculados a desafíos para los profesionales de la salud, uno sobre el manejo de la muerte y otro sobre la maternidad transnacional, en sus aspectos psicosociales y culturales. Estos trabajos son importantes porque demuestran la importancia de actitudes de humanización y empatía por parte de los profesionales de la salud, como parte de sus habilidades y competencias para un abordaje profesional de la muerte y de la maternidad transnacional.

Por otro lado, capítulos que abordan sobre el tópico neurológico están incluidos en esta área: uno de ellos está dirigido a los niños sordos y la aportación del sentido de su vista para el mejoramiento de su salud, y el otro artículo está relacionado con los masajes para el tratamiento de los pacientes con lumbalgia y cialgia. Finalizan esta sección trabajos sobre la rehabilitación motora para los pacientes con enfermedad de Huntington, así como un artículo sobre la cadencia musical en la hidrogimnasia y un estudio relacionado con el uso de cannabis para el tratamiento de las enfermedades crónicas. Sin duda, estas aportaciones son de gran interés para el área de la salud.

Un estudio de epidemiología sobre la enfermedad de Chagas en mujeres de edad fértil en el Centro de Atención Primaria de la Salud, en la Cañada (Argentina), demuestra que en algunos lugares la prevalencia de esta enfermedad es alta.

En biotecnología se reportan capítulos sobre el impacto de la malta hacia la actividad de proteasas, la producción de proteína de forraje en *Clitoria* spp, el aislamiento de bacterias celulolíticas y xilanolíticas en Cachiyacu de Lupuna en Perú, y por último una evaluación del efecto gastroprotector de *Anacyclus radiatus*. Estos trabajos aportan investigación nueva sobre aspectos biotecnológicos.

En la parte del medio ambiente, un estudio enfocado sobre la relación del cobre con la fotosíntesis de microalgas, otro capítulo sobre control biológico de *Spodoptera* sp. y dos trabajos sobre el uso de sensores remotos y aplicación en lagos de Chile y la identificación de tóxicos en efluentes urbanos.

El libro está dirigido a la comunidad médica y científica que aporta información relevante en el área de ciencias biológicas; el lector puede tener una visión general de la investigación de estas áreas y comprender la complejidad y diversidad de tópicos relacionados con la biología y la salud.

Juan Carlos Cancino-Díaz

SUMÁRIO

SALUD Y PRÁCTICAS

CAPÍTULO 1..... 1

EDUCAÇÃO PARA A MORTE ENTRE PROFISSIONAIS DA SAÚDE: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Wilians Robson da Silva

Luciana Xavier Senra

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237501

CAPÍTULO 2..... 15

MATERNIDAD TRANSNACIONAL: UN DESAFÍO PARA LOS SERVICIOS SANITARIOS

Carolina Garzón-Esguerra

Lourdes Moro-Gutiérrez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237502

CAPÍTULO 3.....27

CONTRIBUTOS DA ATENÇÃO VISUAL NA PROMOÇÃO DA SAÚDE DE CRIANÇAS SURDAS

João Dele

Anabela Maria Sousa Pereira

Paula Ângela Coelho Henriques dos Santos

Paulo Jorge Pereira Alves

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237503

CAPÍTULO 4..... 36

MASAJE NEUROREFLEJO EN EL TRATAMIENTO DE PACIENTES CON LUMBALGIA Y CIATALGIA

Marcos Elpidio Pérez Ruiz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237504

CAPÍTULO 5..... 48

PROGRAMAS DE REABILITAÇÃO MOTORA NA PESSOA COM DOENÇA DE HUNTINGTON: REVISÃO SISTEMÁTICA DE EFICÁCIA

Susana Marisa Loureiro Pais Batista

Hugo Rafael Moita dos Santos

Rosa Maria Lopes Martins

Carlos Manuel Sousa Albuquerque
Alexandra Isabel Marques da Costa Dinis

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237505

CAPÍTULO 6..... 68

THE INFLUENCE OF MUSIC CADENCE ON KINETIC VARIABLES DURING WATER FITNESS EXERCISES

Catarina Costa Santos

Mário Jorge Costa

Luís Manuel Rama

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237506

CAPÍTULO 7.....78

USO TERAPÉUTICO DA *CANNABIS SATIVA* NO TRATAMENTO DE DOENÇAS CRÔNICAS

Vaneide Ediele Duarte Martins

Marta de Oliveira Barreiro

Ilka Kassandra Pereira Belfort

Viviane Sousa Ferreira

Vanessa Edilene Duarte Martins

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237507

EPIDEMIOLOGÍA

CAPÍTULO 8..... 90

“PREVALENCIA DE CHAGAS MAZZA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN EL CAPS DE LA CAÑADA” LA RIOJA. ARGENTINA

Jesica Elizabeth Morey Herrera

Heliana Hebe Valdez

María José Cabral

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237508

BIOTECNOLOGÍA

CAPÍTULO 9..... 99

EL TIPO DE MALTA IMPACTA EN EL PERFIL Y ACTIVIDAD DE PROTEASAS

Claudia Berenice López-Alvarado

Jessica Giselle Herrera-Gamboa

Jorge Hugo García-García
César Ignacio Hernández-Vásquez
Esmeralda Pérez-Ortega
Luis Cástulo Damas-Buenrostro
Benito Pereyra-Alfárez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237509

CAPÍTULO 10..... 116

HORMESIS UNDER OIL-INDUCED STRESS IN *CLITORIA* SPP USED FOR FORAGE PROTEIN PRODUCTION IN SOUTHEASTERN MEXICO

María del Carmen Rivera-Cruz
Mariana Valier-Mago
Antonio Trujillo-Narcía

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375010

CAPÍTULO 11.....138

BACTERIAS CELULOLÍTICAS Y XILANOLÍTICAS AISLADAS DE LAS SALINAS DE CACHIYACU DE LUPUNA EN PERÚ

Elizabeth Liz Chávez Hidalgo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375011

CAPÍTULO 12 149

ESTUDIO FITOQUÍMICO Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL EFECTO GASTROPROTECTOR DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *ANACYCLUS RADIATUS*

Jaime Cardoso Ortiz
Ana Isabel Alvarado Sandoval
Saúl Eduardo Noriega Medellín
María Argelia López Luna

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375012

MEDIO AMBIENTE

CAPÍTULO 13..... 164

INVESTIGAÇÃO SOBRE A RELAÇÃO DO COBRE COM A FOTOSÍNTESE EM MICROALGAS: ESTUDO DE CASO UTILIZANDO *SCENEDESMUS QUADRICAUDA*

Rafael Barty Dextro
Jaqueline Carmo da Silva

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375013

CAPÍTULO 14.....174


ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE *Spodoptera* sp.

Ninfa María Rosas-García

Jesús Manuel Villegas-Mendoza

Maribel Mireles-Martínez

Jorge Alberto Torres-Ortega

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375014

CAPÍTULO 15.....186

USO DE SENSORES REMOTOS Y SUS APLICACIONES EN ESTUDIOS DE LAGOS CHILENOS

Patricio R. de los Ríos-Escalante

Ángel Contreras

Gladys Lara

Mirtha Latsague

Carlos Esse

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375015

CAPÍTULO 16.....195

IDENTIFICACIÓN DE FRACCIONES TÓXICAS EN EFLUENTES URBANOS LÍQUIDOS

Ingrid Violeta Poggio Herrero

Guido Mastrantonio Garrido

Andrés Atilio Porta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375016

SOBRE O ORGANIZADOR.....209

ÍNDICE REMISSIVO210

CAPÍTULO 13

INVESTIGAÇÃO SOBRE A RELAÇÃO DO COBRE COM A FOTOSÍNTESE EM MICROALGAS: ESTUDO DE CASO UTILIZANDO *SCENEDESMUS QUADRICAUDA*

Data de submissão: 15/12/2022

Data de aceite: 10/01/2023

Rafael Barty Dextro

Centro de Energia Nuclear em Agricultura
CENA – Universidade de São Paulo (USP)
Piracicaba - SP
<https://orcid.org/0000-0002-0602-7584>

Jaqueline Carmo da Silva

Universidade Federal de São Carlos
UFSCar
São Carlos - SP
<https://orcid.org/0000-0001-6763-513X>

RESUMO: Diversos metais são utilizados no metabolismo de microrganismos para funções vitais, seja como cofatores em reações ou como parte estrutural nos centros reativos de diversas enzimas. O cobre é um exemplo de micronutriente essencial, cuja carência ou excesso ocasionam mudanças no metabolismo intracelular. Para organismos fotossintetizantes, o cobre assume um papel ainda mais importante, uma vez que a proteína móvel plastocianina, que é uma transportadora de elétrons entre o complexo citocromo b6-f do fotossistema II (PSII) para o PSI, dependente deste metal para sua ação. Assim, visando compreender o efeito direto do cobre nos potenciais fotossintéticos microalgais, utilizou-

se como modelo biológico a *Scenedesmus quadricauda*, uma clorófito cosmopolita de água doce. Utilizando um eletrodo íon-seletivo de cobre, foram apuradas as concentrações de cobre livre no meio, utilizado para agrupar os efeitos observados em densidade celular e nas eficiências fotossintéticas nos cultivos expostos a concentrações de cobre que variaram de valores considerados ambientais até contaminações elevadas. Os resultados da densidade celular mostraram que nas menores concentrações de cobre o processo de divisão celular não foi afetado, sendo que nas maiores concentrações houve uma redução significativa no número total de células. O rendimento fotossintético efetivo apresentou um declínio linear, similar ao observado na dissipação fotoquímica (qP). Este estudo de caso demonstra que o cobre é um micronutriente essencial para a fotossíntese, mas dependendo de sua concentração biodisponível pode afetar a fisiologia fotossintética da microalga *Scenedesmus quadricauda*.

PALAVRAS-CHAVE: Cobre. Fotossíntese. Microalga. *Scenedesmus*.

INVESTIGATING THE RELATIONSHIP BETWEEN COPPER AND PHOTOSYNTHESIS IN MICROALGAE: A CASE STUDY USING *SCENEDESMUS QUADRICAUDA*

ABSTRACT: Several metals are used in the metabolism of microorganisms with vital functions, such as cofactors in reactions

or integrating the structure of reactive centres of enzymes. Copper is an example of essential micronutrient, whose deficit or excess are negative to intracellular metabolism. For photosynthetic organisms, copper takes a central role, since the mobile protein plastocyanin, responsible for transporting electrons between the cytochrome b6-f from Photosystem I (PSI) to PSII, is copper-dependent. To comprehend the direct effect of copper in the microalgal photosynthetic potentials, the Chlorophyta *Scenedesmus quadricauda* was selected as biological model due to its cosmopolitan distribution in freshwater environments. Using a copper ion-selective electrode, the amount of free copper in the medium was measured. The cell density and photosynthetic yields were determined in each culture exposed to copper concentrations that varied from environmental relevant up to toxic contaminations. The results of cell density showed that lower copper concentrations did not affect the cellular division process, with a significant reduction in total cell number at higher copper. The effective photosynthetic yield displayed a linear decline, similar to what was observed for the photochemical dissipation (qP). This case study shows that copper is an essential micronutrient for photosynthesis but, according to its bioavailable concentration, it can affect the photosynthetic physiology of the microalgae *Scenedesmus quadricauda*.

KEYWORDS: Copper. Microalgae. Photosynthesis. *Scenedesmus*.

1 INTRODUÇÃO

O cobre (Cu) é um metal de transição amplamente utilizado na informática e na construção civil. Seu uso excessivo tem causado um aumento gradual das concentrações ambientais mensuradas (NRIAGU, 1996), expondo a biota de comunidade aquáticas, que representa o destino final mais comum de poluentes metálicos, a concentrações que podem causar danos celulares (LANGSTON, 2017). Portanto, monitorar as respostas fisiológicas do fitoplâncton em várias concentrações de cobre tem grande importância ecológica, somado ao fato de que estes organismos também estão relacionados com a captura de CO₂ da atmosfera, influenciando toda a biosfera (SCHOO et al., 2013).

De acordo com medições reportadas na literatura, o cobre total encontrado em reservatórios de água doce varia de $\sim 10^{-9}$ mol L⁻¹ a $\sim 10^{-7.5}$ mol L⁻¹ (ASARE et al., 2018; ASHRAF et al., 1991; MCKNIGHT, 1981; VAN HULLEBUSCH et al., 2003), representando concentrações suficientes para causar efeitos fisiológicos em algumas espécies de microalgas (ECHEVESTE et al., 2017; LOMBARDI; MALDONADO, 2011). No entanto, o cobre é importante para processos fisiológicos e metabólicos em microalgas (SUNDA; HUNTSMANN, 1998), com efeitos prejudiciais sendo observados tanto em sua escassez quanto em seu excesso (LOMBARDI; MALDONADO, 2011). A fotossíntese é um destes processos afetados pelos íons de cobre. A plastocianina, uma proteína móvel que transporta elétrons entre o complexo Citocromo b6-f do fotossistema II (PSII) até

o fotossistema I (PSI), é cobre dependente (KNAUERT; KNAUER, 2008) e a enzima antioxidante superóxido dismutase (SOD) possui íons Cu em seu centro ativo (JIANG et al., 2016). O cobre também atua no transporte de elétrons da respiração mitocondrial (STRYER, 1988) e desempenha um papel na absorção de ferro através da ferrioxamina (MALDONADO et al., 2006).

As microalgas são organismos fisiologicamente versáteis com tolerâncias espécie-específicas aos íons de Cu, relacionadas a suas histórias evolutivas (JOHNSON et al., 2007; LEVY et al., 2008). Algumas microalgas produzem agentes quelantes para lidar com íons metálicos do meio ambiente (MOFFETT; BRAND, 1996) enquanto outras capturam o cobre e outros metais em suas cápsulas mucilaginosas evitando sua internalização quando as concentrações ambientais são muito elevadas (LOMBARDI et al., 2002).

Uma das ferramentas utilizadas para avaliar a saúde fotossintética de um microrganismo autotrófico é através da medição da fluorescência da Clorofila *a*, por meio da técnica de fluorimetria de amplitude modulada (PAM), no qual podemos inferir suas eficiências fotossintéticas (RALPH; GADEMANN, 2005; YENTSCH; LEE, 1966). O Cu causa efeitos específicos no metabolismo fotoquímico, como a redução da taxa de transporte de elétrons e decréscimos na eficiência de captação de luz (PERALES-VELA et al., 2007; CHEN et al., 2016). Quando há excesso de cobre intracelular, é observado uma redução no transporte de elétrons entre os fotossistemas (PSII e PSI), diminuindo a produção de ATP e a eficiência fotossintética (FALKOWSKI; RAVEN, 2007; MALLICK; MOHN, 2003).

Scenedesmus quadricauda, a microalga utilizada neste estudo de caso, é uma clorofícea de distribuição global. Estudos com outra espécie deste mesmo gênero (*S. subspicatus*) demonstraram que sua parede celular possui capacidade de reter os íons de cobre, reduzindo os efeitos tóxicos mediados por este metal (KNAUER et al., 1997). Para investigar a interação do cobre com a fotossíntese desta microalga, cultivos foram expostos a quatro concentrações de cobre (6×10^{-10} até 9×10^{-8} mol L⁻¹ Cu²⁺ livre) captando desde cenários ambientais até concentração acima daquelas reportadas para corpos d'água não contaminados. A densidade celular ao longo de 96h de crescimento foi monitorada e os rendimentos fotossintéticos mensurados. Os resultados mostraram que tanto a eficiência da fotossíntese quanto a capacidade de divisão celular de *S. quadricauda* foram afetadas pelo cobre. Isto indica que é preciso monitorar a concentração da forma livre deste metal em ambientes aquáticos, a fim de prevenir consequências ecossistêmicas negativas causadas pelo seu excesso.

2 METODOLOGIA

2.1 CULTIVO MICROALGAL E CONDIÇÃO EXPERIMENTAL

Scenedesmus quadricauda (Chlorophyta) foi obtida do Centro Canadense de Cultivo Microbiano (Universidade da British Columbia, Vancouver) e mantida no Laboratório de Biotecnologia de Algas, Departamento de Botânica, Universidade Federal de São Carlos (Brasil). Ela foi cultivada em meio LC Oligo concentrado (AFNOR,1980) esterilizado (autoclavado, 20 min). Seu crescimento foi estimulado usando $130 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em um ciclo claro-escuro (12:12 h) em temperatura controlada de $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. As culturas experimentais foram expostas a 4 concentrações de cobre que variaram de 6×10^{-10} até $9 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1} \text{ Cu}^{2+}$ livre (com réplicas) durante 96 h. Todas as garrafas de polycarbonato utilizadas no experimento foram previamente lavadas em HNO_3 para a remoção de metais, enxaguadas com água milli-Q e autoclavadas com o meio de cultura. Para reduzir o risco de contaminação, somente materiais plásticos foram usados.

2.2 MEDIÇÃO DO COBRE E DAS TAXAS FOTOSSINTÉTICAS

A concentração de cobre livre no meio de cultura antes do inóculo das células foi determinada com um eletrodo íon-seletivo de cobre (Orion, modelo 94-29) acoplado a um eletrodo de referência de dupla junção (LOMBARDI et al., 2007). Utilizar o cobre livre permite afirmar a concentração de metal que está dissolvida no meio de cultura e, portanto, biodisponível para ser absorvido pela microalga. A densidade celular foi avaliada diariamente após coleta de uma amostra de cada cultivo, sendo preservada em lugol para posterior contagem numa câmara Fuchs-Rosenthal utilizando um microscópio óptico (Nikon Eclipse modelo 22 E200, Japão).

Para mensurar a eficiência fotossintética máxima do PSII (Φ_m), utilizou-se um fluorômetro com pulso de luz de amplitude modulada (Phyto-PAM, Heinz Walz GmbH, Alemanha). Ao longo do experimento, alíquotas retiradas de cada réplica foram expostas a pulsos de luz (20 s) com a mesma intensidade luminosa do cultivo para medir a eficiência fotossintética efetiva (Φ'_m) e as dissipações fotoquímica (q_P) e não-fotoquímica (NPQ) (JUNEAU et al., 2002).

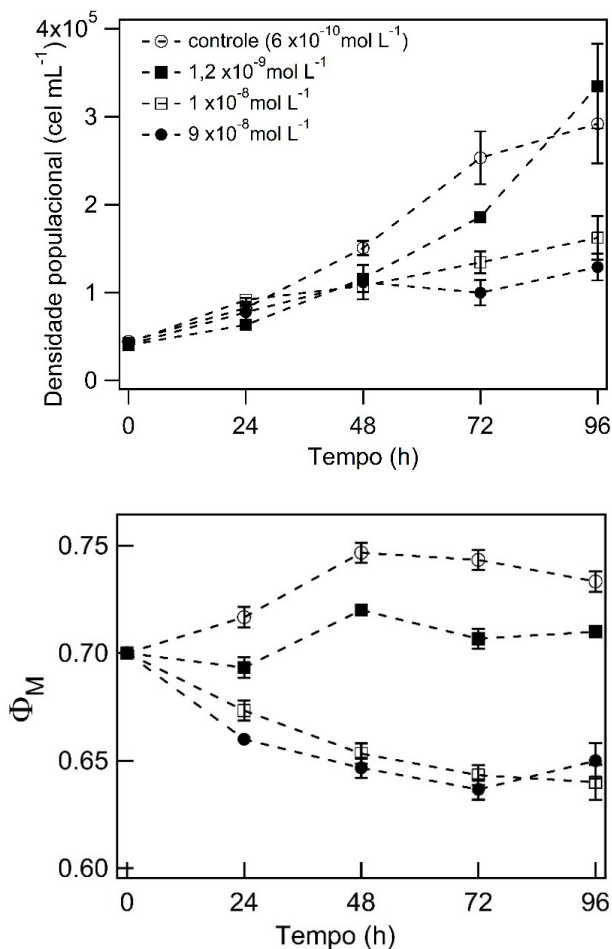
3 RESULTADOS

3.1 DENSIDADE CELULAR E RENDIMENTO FOTOSSINTÉTICO MÁXIMO

A densidade celular mensurada variou de acordo com a concentração de cobre no meio (Figura 1). A concentração mais baixa (controle, $6 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1} \text{ Cu}^{2+}$ livre) e a

subsequente não afetaram a divisão das células e nem a eficiência máxima da fotossíntese, Φ_m , que permaneceu acima de 0,7 durante todo o período experimental. As duas maiores concentrações reduziram tanto a densidade celular quanto Φ_m ($>0,7$).

Figura 1. Densidade populacional de cada cultivo de *Scenedesmus quadricauda* (em célula por mL) em função do tempo (acima) e eficiência fotossintética máxima (Φ_m) em função do tempo (abaixo). Os símbolos representam a concentração de cobre livre em cada tratamento e as barras de erro representam o desvio médio ($n = 3$).

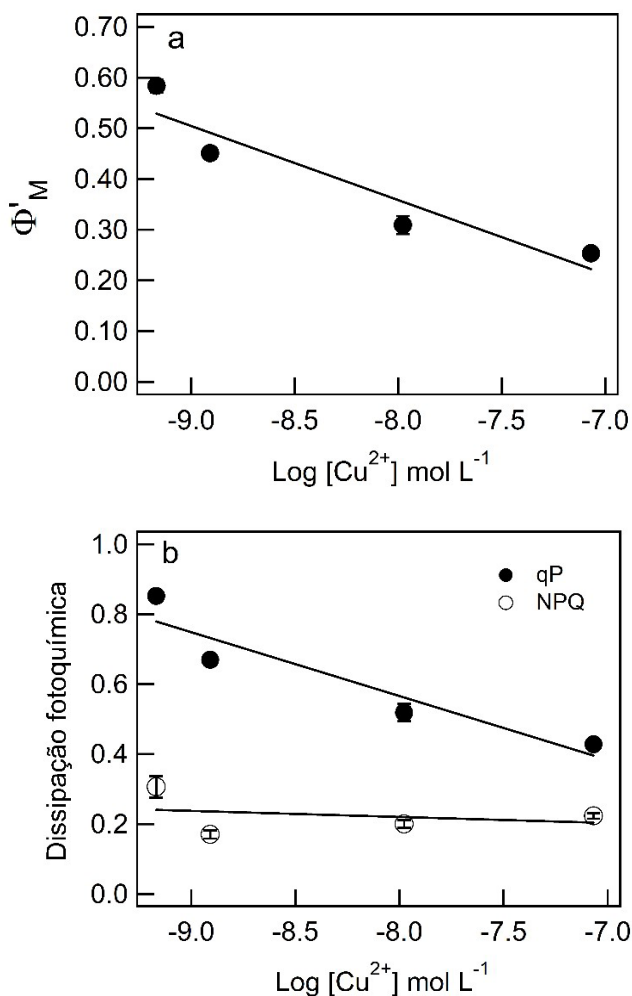


3.2 EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA EFETIVA E DISSIPAÇÕES FOTOQUÍMICA E NÃO-FOTOQUÍMICA

Houve um evidente declínio na eficiência fotossintética efetiva com o aumento do cobre (Figura 2). Esta eficiência fotossintética foi mais sensível em captar diferenças entre os tratamentos quando comparada a Φ_m (Fig. 1). O menor valor registrado foi abaixo de 0,3 na maior concentração de cobre ($9 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1} \text{ Cu}^{2+}$). Houve uma diminuição linear

em qP, com valores acima de 0,8 em baixa concentração de cobre até ~0,45 nas células expostas a 9×10^{-9} mol L⁻¹ Cu²⁺. Não foi observada alteração associada a concentração de cobre no meio nas medições de NPQ.

Figura 2. **a)** Eficiência fotossintética efetiva (Φ'_M) e **b)** dissipações fotoquímica (qP) e não-fotoquímica (NPQ) em função do logaritmo de [Cu²⁺] livre (em mol L⁻¹) com barras de erro representando o desvio médio (n = 3).



4 DISCUSSÃO

O acúmulo de cobre na parede celular e na cápsula mucilaginosa de diversas espécies de microalgas mostram a importância destas estruturas como barreiras para agentes externos. Os exopolissacarídeos aderem metais como o cobre (LOMBARDI; VIEIRA, 2000; LOMBARDI et al., 2005), variando em capacidade de aderência de acordo com a fase de crescimento e com a espécie testada. A ligação de íons metálicos de

cobre na parede celular de *Scenedesmus subspicatus* preveniu internalização extrema (KNAUER et al., 1997). Em certo ponto neste estudo de caso, teoriza-se que após a saturação da capacidade quelante da parede, o cobre adentrou as células de maneira proporcional ao seu incremento externo, causando a redução no crescimento e diminuição dos rendimentos fotossintéticos indicando que possivelmente o aparato fotossintético da microalga *Scenedesmus quadricauda* foi danificado.

Efeitos tóxicos associados ao excesso de cobre foram observados tanto na densidade celular quanto na eficiência fotossintética efetiva, que foram reduzidas em concentrações elevadas deste metal em sua forma livre ($>10^{-8}$ mol L⁻¹ Cu²⁺). A sensibilidade ao cobre aferida em parâmetros fotossintéticos foi reportada para diversas espécies de macroalgas marinhas (BAUMANN et al., 2009) e também em *Chlamydomonas reinhardtii* (JIANG et al., 2016), atingindo valores de Φ_m inferiores a 0,3, como observado neste estudo de caso para *S. quadricauda*. A dissipação fotoquímica (qP) pode ser considerada uma avaliação da condição e saúde do aparato fotossintético, tendo sido afetada pelo aumento de cobre neste estudo de caso e também em diversos outros organismos reportados na literatura (CHEN et al., 2016; JIANG et al., 2016; MALLICK; MOHN, 2003). A redução causada pelos íons de cobre em qP pode ser interpretada como uma perturbação nos centros de reação que reduz a eficiência do PSII, além da alteração da taxa de transferência de elétrons (FALKOWISK; RAVEN, 2007). É possível relacionar a redução na capacidade fotossintética com a diminuição na densidade celular, uma vez que células expostas a estresse tendem a não se dividir a fim de sobreviver (PERALES-VELA et al., 2007). Este efeito já foi relatado também em cianobactérias e em co-cultivos de microalgas (DEXTRO et al., 2018; DEXTRO, 2021).

A energia que não é usada na fotossíntese pode ser convertida em calor e medida através do NPQ (LOMBARDI; MALDONADO, 2011). O aumento de NPQ como reflexo da alta concentração de cobre já foi observado em diversas microalgas de água doce (DEWEZ et al., 2005; ECHEVESTE et al., 2017; JIANG et al., 2016; PERALES-VELA et al., 2007). Contudo, neste estudo de caso não se observou alterações nos valores de NPQ mensurados. Este parâmetro, que reflete o destino da energia sobressalente do aparato fotoquímico, nem sempre consegue captar a saúde das células em condições extremas. Em um cenário de completa inibição do PSII causada pelo cobre, NPQ pode não ser um parâmetro fotossintético sensível o bastante para monitorar o estado celular (JUNEAU et al., 2002).

Conclui-se que, apesar de ser um micronutriente essencial, acima das concentrações requeridas, o cobre inibiu a capacidade fotossintética da microalga *Scenedesmus quadricauda*, reduzindo sua densidade celular, eficiência fotossintética

efetiva e dissipação fotoquímica. Apesar da parede celular atuar como barreira protetora em microalgas, esta função tem um limite associado a concentração de íons de cobre presentes no meio externo. Isso reforça a ideia de que é necessário monitorar os níveis de metais livres nos corpos d'água, para evitar riscos ecológicos associados ao declínio dos produtores primários nestes ambientes.

5 AUTORIZAÇÕES E AGRADECIMENTOS

Ambos os autores expressam que não existem conflitos de interesse referentes a esta obra e agradecem aos órgãos de fomento federais (CAPES e CNPq), bem como estaduais (FAPESP) pelas bolsas de pós-graduação que permitiram o desenvolvimento deste trabalho. Os autores também agradecem a Prof^a Dr^a Ana Teresa Lombardi, coordenadora do Laboratório de Biotecnologia de Algas onde o experimento deste estudo de caso foi conduzido.

REFERÊNCIAS

AFNOR, F. Association Française Normalisation, Norme expérimentale. T90-304. **Essais deseaux**. Détermination de l'inhibition de *Scenedesmus quadricauda* par une substance, Paris, France, 1980.

ASARE, M.L., COBBINA, S.J., AKPABEY, F.J., DUWIEJUAH, A.B., ABUNTORI, Z.N. Heavy Metal Concentration in Water, Sediment and Fish Species in the Bontanga Reservoir, Ghana. **Toxicology and Environmental Health Sciences**, 10(1), 49-58, 2018.

ASHRAF, M., TARIQ, J., JAFFAR, M. Contents of trace metals in fish, sediment and water from three freshwater reservoirs on the Indus River, Pakistan. **Fisheries Research** 12, 355-364, 1991.

BAUMANN, H.A., MORRISON, L., STENGEL, D.B. Metal accumulation and toxicity measured by PAM – chlorophyll fluorescence in seven species of marine macroalgae. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 72, 1063-1075, 2009.

CHEN, Z., SONG, S., WEN, Y., ZOU, Y., LIU, H. Toxicity of Cu (II) to the green alga *Chlorella vulgaris*: a perspective of photosynthesis and oxidant stress. **Environmental Science and Pollution Research** 18, 17910-17918, 2016.

DEXTRO, R.B., MOUTINHO, F.H.M. AND NORDI, C.S.F. Growth and special structures production of *Nostoc paludosum* (Nostocaceae, Cyanobacteria) under nutrient starvation and different light intensities. **Revista Ambiente & Água**, 13, e2191, 2018.

DEXTRO, R.B. Growth dynamic on a co-cultivation of two Chlorophyta microalgae exposed to copper. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 33, e16, 2021.

DEWEZ, D., GEOFFROY, L., VERNET, G., POPOVIC, R. Determination of photosynthetic and enzymatic biomarkers sensitivity used to evaluate toxic effects of copper and fludioxonil in alga *Scenedesmus obliquus*. **Aquatic Toxicology** 74, 150-159, 2005.

ECHEVESTE, P., SILVA, J.C., LOMBARDI, A.T. Cu and Cd affect distinctly the physiology of a cosmopolitan tropical freshwater phytoplankton. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 143, 228-235, 2017.

FALKOWSKI, P.G., RAVEN, J.A. **Aquatic Photosynthesis**. Princeton University Press, UK, 2007.

JIANG, Y., ZHU, Y., HU, Z., LEI, A., WANG, J. Towards elucidation of the toxic mechanism of copper on the model green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. **Ecotoxicology** 25, 1417-1425, 2016.

JOHNSON, D.J., SANDERSON, H., BRAIN, R.A., WILSON, C.J., SOLOMON, K.R. Toxicity and hazard of selective serotonin reuptake inhibitor antidepressants fluoxetine, fluvoxamine, and sertraline to algae. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 67, 128-139, 2007.

JUNEAU, P., BERDEY, EL., POPOVIC, R. PAM fluorometry in the determination of the sensitivity of *Chlorella vulgaris*, *Selenastrum capricornutum*, and *Chlamydomonas reinhardtii* to copper. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology** 42, 155-164, 2002.

KNAUER, K., BEHRA, R., SIGG, L. Adsorption and uptake of copper by the green alga *Scenedesmus subspicatus* (Chlorophyta). **Journal of Phycology** 33, 596-601, 1997.

KNAUERT, S., KNAUER, K. The role of reactive oxygen species in copper toxicity to two freshwater green algae. **Journal of Phycology** 44, 311-319, 2008.

LANGSTON, W.J. Toxic effects of metals and the incidence of metal pollution in marine ecosystems. In **Heavy metals in the marine environment**, CRC Press, US, pp. 101-120, 2017.

LEVY, J.L., ANGEL, B.M., STAUBER, J.L., POON, W.L., SIMPSON, S.L., CHENG, S.H., JOLLEY, D.F. Uptake and internalisation of copper by three marine microalgae: comparison of copper-sensitive and copper-tolerant species. **Aquatic Toxicology** 89, 82-93, 2008.

LOMBARDI, A.T., HIDALGO, T.M.R., VIEIRA, A.A.H. Copper complexing properties of dissolved organic materials exuded by the freshwater microalgae *Scenedesmus acuminatus* (Chlorophyceae). **Chemosphere** 60, 453-459, 2005.

LOMBARDI, A.T., HIDALGO, T.M.R., VIEIRA, A.A.H., SARTORI, A.L. Toxicity of ionic copper to the freshwater microalga *Scenedesmus acuminatus* (Chlorophyceae, Chlorococcales). **Phycology** 46, 74-78, 2007.

LOMBARDI, A.T., MALDONADO, M.T. The effects of copper on the photosynthetic response of *Phaeocystis cordata*. **Photosynthesis Research** 108, 77-87, 2011.

LOMBARDI, A.T., VIEIRA, A.A., SARTORI, L.A. Mucilaginous capsule adsorption and intracellular uptake of copper by *Kirchneriella aperta* (Chlorococcales). **Journal of Phycology** 38, 332-337, 2002.

LOMBARDI, A.T., VIEIRA, A.A.H. Copper complexation by Cyanophyta and Chlorophyta exudates. **Phycology** 39, 118-125, 2000.

MALDONADO, M.T., ALLEN, A.E., CHONG, J.S., LIN, K., LEUS, D., KARPENKO, N., HARRIS, S.L. Copper-dependent iron transport in coastal and oceanic diatoms. **Limnology and Oceanography** 51, 1729-1743, 2006.

MALLICK, N., MOHN, F.H. Use of chlorophyll fluorescence in metal-stress research: a case study with the green microalga *Scenedesmus*. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 55, 64-69, 2003.

MCKNIGHT, D. Chemical and biological processes controlling the response of a freshwater ecosystem to copper stress: A field study of the CuSO₄ treatment of Mill Pond Reservoir, Burlington, Massachusetts. **Limnology and Oceanography** 26, 518-531, 1981.

MOFFETT, J.W., BRAND, L.E. Production of strong, extracellular Cu chelators by marine cyanobacteria in response to Cu stress. **Limnology and Oceanography** 41, 388-395, 1996.

NRIAGU, J.O. A history of global metal pollution. **Science** 272 (5259), 223-223, 1996.

PERALES-VELA, H.V., GONZÁLEZ-MORENO, S., MONTES-HORCASITAS, C., CAÑIZARES-VILLANUEVA, R.O. Growth, photosynthetic and respiratory responses to sub-lethal copper concentrations in *Scenedesmus incrassatulus* (Chlorophyceae). **Chemosphere** 11, 2274-2281, 2007.

RALPH, P.J., GADEMANN, R. Rapid light curves: a powerful tool to assess photosynthetic activity. **Aquatic Botany** 82, 222-237, 2005.

SCHOO, K.L., MALZAHN, A.M., KRAUSE, E., BOERSMA, M. Increased carbon dioxide availability alters phytoplankton stoichiometry and affects carbon cycling and growth of a marine planktonic herbivore. **Marine Biology** 8, 2145-2155, 2013.

STRYER, L. **Biochemistry** (3rd Edition). W.H. Freeman and Company, New York, USA, 1988.

SUNDA, W.G., HUNTSMAN, S.A. Processes regulating cellular metal accumulation and physiological effects: phytoplankton as model systems. **Science of Total Environment** 219, 165-181, 1998.

VAN HULLEBUSCH, E., CHATENET, P., DELUCHAT, V., CHAZAL, P.M., FROISSARD, D., BOTINEAU, M., BAUDU, M. Copper accumulation in a reservoir ecosystem following copper sulfate treatment (St. Germain Les Belles, France). **Water, Air and Soil Pollution** 150, 3-22, 2003.

YENTSCH, C., LEE, R.W. A study of photosynthetic light reactions, and a new interpretation of sun and shade phytoplankton. **Journal of Marine Research** 24, 319-337, 1966.

SOBRE O ORGANIZADOR

Dr. Juan Carlos Cancino Díaz - Egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), México, con la licenciatura en Ingeniero Bioquímico. Estudios de posgrado en la misma institución con la especialidad de maestría en Bioquímica y doctorado en Inmunología. Actualmente es profesor e investigador de la ENCB-IPN impartiendo la cátedra de Microbiología veterinaria para los Químicos Bacteriólogos Parasitólogos. El área de investigación es sobre el estudio de la biología de *Staphylococcus epidermidis*, con una alta producción de artículos científicos en revistas científicas de prestigio. Ha desempeñado como director de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Tiene una patente otorgada por el instituto mexicano de la propiedad intelectual y cuatro en curso de aprobación. Es miembro del sistema nacional de investigadores de México nivel II. Es editor de un libro sobre *Staphylococcus epidermidis* que está en curso de publicación y cinco capítulos de libro sobre su área de investigación.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aguas residuais 196, 200, 204, 206
Anacyclus 149, 150, 152, 153, 154, 155, 158, 160, 161, 162, 163
Aquatic fitness 68
Atenção visual 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
Atención sanitaria 15, 21, 22, 25

B

Bacterias halotolerantes 138, 146
Bioensayos 180, 195, 196, 197, 198
Biomechanics 68, 76, 77

C

Calidad de la malta 100, 101, 105, 107
Canabidiol 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88
Cebada malteada 99, 100, 101, 102, 103, 105, 108, 112
Celulasas 138, 139, 140, 141, 146
Ciatalgia 36, 37, 38, 41, 42, 43
Cobre 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171
Control biológico 174
Criança 4, 27, 31, 32

D

Deficiência auditiva 27
Doença de Huntington 48, 49, 50, 51, 54, 56, 57, 58, 59, 60
Doenças Crônicas 6, 7, 12, 78, 79, 80, 82, 83, 87

E

Educação para a morte 1, 3, 7, 11, 13
Efluentes urbanos 195, 196
Enfermagem em Reabilitação 49
Enfermedad de Chagas 90, 91, 94, 97, 98
Entomopatógenos 174, 182
Exercício Terapêutico 49

F

Fitoquímica 149, 161, 163

Fitoterapia 79

Fotossíntese 164, 165, 166, 168, 170

G

Gastritis 149, 150, 151, 152, 162, 163

H

Hidrolasas 100, 102, 105, 108, 142, 146

I

Insecticida 174, 178, 181, 182, 183, 184

Insecto-plaga 174

In-water forces 68, 69, 72, 74, 75

Itinerarios terapéuticos 15, 22, 25

L

Lagos 140, 186, 187, 188, 190, 191

Leguminous 116, 133

Lepidópteros 174, 182

M

Maconha Terapêutica 79, 82

Masaje neuroreflejo 36, 38, 46

Microalga 164, 166, 167, 170, 172

Migración internacional 15

Morbilidad sentida 15, 20, 22

Mujeres en edad fértil 90, 98

N

Nodule 116, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 129, 131

P

Patagonia 186, 187, 188, 190, 191

Percepción remota 186, 187, 191

Petroleum hydrocarbons 116, 117, 131

Phenological stage 116, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 128, 131, 132

Plancton 186, 187

Profissionais da saúde 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13

R

Reabilitação 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67

Revisão de literatura 1

S

Sacrolumbalgia 36, 37, 42, 43

Scenedesmus 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173

Surdez 27, 28, 29, 31, 32

T

Toxicidad 151, 185, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206

Trypanosoma cruzi 90, 91, 98

U

Úlcera 149, 150, 151, 158, 162

X

Xilanasas 138, 139, 140, 141, 146

Y

Young adults 68, 75

Z

Zimogramas 100, 101, 102, 103, 106, 107, 109, 110, 113