



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

Alana Maria Cerqueira de Oiveira
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

Alana Maria Cerqueira de Oiveira
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo 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).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^o Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Ciências biológicas: gênese na formação multidisciplinar 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Alana Maria Cerqueira de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: gênese na formação multidisciplinar 2 / Organizadora Alana Maria Cerqueira de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-841-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.417221701>

1. Ciências biológicas. I. Oliveira, Alana Maria Cerqueira de (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O Livro “Ciências biológicas: Gênese na formação multidisciplinar 2”, traz ao leitor vinte capítulos de relevada importância na área de Genética, Citogenética, Imunologia, Parasitologia, Química medicinal, Saúde pública e Ecologia. Entretanto, caracteriza-se como uma obra multidisciplinar que engloba diversas áreas da Ciências biológicas.

Os capítulos estão distribuídos em temáticas que abordam de forma categorizada e multidisciplinar a Ciências biológicas, as pesquisas englobam estudos de: mapeamentos genético, citogenético, sequenciamento, genética e educação, análises forenses, doenças genética, eugenesia clássica, engenharia genética, análise por PCR, cultura de células de linfoma e leucemia, saúde mental, resposta imune, vacinação contra a covid-19, vírus Sars-Cov-2, métodos de extração de lipídios, levantamento taxonômico, morfologia vegetal, eficiência de inseticidas, química medicinal, cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), espectroscopia de infravermelho (IV) e espectrometria de massas (EM), problemática ambiental e de saúde pública, poluentes emergentes e biodiesel.

A obra foi elaborada primordialmente com foco nos profissionais, pesquisadores e estudantes pertencentes às áreas de Ciências biológicas e Ciências da Saúde e suas interfaces ou áreas afins. Entretanto, é uma leitura interessante para todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área.

Cada capítulo foi elaborado com o propósito de transmitir a informação científica de maneira clara e efetiva, em português, inglês ou espanhol. Utilizando uma linguagem acessível, concisa e didática, atraindo a atenção do leitor, independente se seu interesse é acadêmico ou profissional.

O livro Ciências biológicas: Gênese na formação multidisciplinar 2”, traz publicações atuais e a Atena Editora traz uma plataforma que oferece uma estrutura adequada, propícia e confiável para a divulgação científica de diversas áreas de pesquisa.

Alana Maria Cerqueira de Oliveira


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

LA ERRADICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES GENÉTICAS: DE LA EUGENESIA CLÁSICA A LA INGENIERÍA GENÉTICA

Alejandro Gordillo-García

María del Carmen García Rodríguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.417221701>

CAPÍTULO 2..... 14

MAPEAMENTOS GENÉTICO, CITOGENÉTICO E DE SEQUENCIAMENTO DO FEIJÃO-FAVA: UMA REVISÃO

André Oliveira Melo

Marcones Ferreira Costa

Michelli Ferreira dos Santos

Verônica Brito da Silva

Maria Fernanda da Costa Gomes

Gleice Ribeiro Orasmo

Lidiane de Lima Feitoza


Lívia do Vale Martins

Raimundo Nonato Oliveira Silva

Ângela Celis de Almeida Lopes

Regina Lucia Ferreira Gomes

Sérgio Emílio dos Santos Valente


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217012>

CAPÍTULO 3..... 34

GENETICS AND EDUCATION: OVER 50 YEARS GENERATING COLLABORATIONS, BUILDING BRIDGES AND WEAVING NETWORKS IN ENDLESSLY TURBULENT SCENARIOS

Alberto Sergio Fenocchio

Verónica Graciela Teza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217013>

CAPÍTULO 4..... 38

DROGAS MAIS CONSUMIDAS NO BRASIL E SUA RELAÇÃO EM CRIMES CONTRA O INDIVÍDUO: COMO UM TESTE RÁPIDO AJUDARIA EM CASOS DE PRISÃO EM FLAGRANTE

Águida Maiara de Brito

Lustarllone Bento de Oliveira

Melissa Cardoso Deuner

Felipe Monteiro Lima

Joselita Brandão de Sant'Anna


Jackson Henrique Emmanuel de Santana

José Vanderli da Silva

Caio César dos Santos Mognatti

Juliana Paiva Lins


Jéssica dos Santos Folha
Bruno Henrique Dias Gomes
Erica Carine Campos Caldas Rosa
Marcela Gomes Rola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217014>

CAPÍTULO 5..... 54

IMPLICAÇÕES DA VACINAÇÃO CONTRA A COVID-19 EM GESTANTES E PUÉRPERAS EM CONTEXTO PANDÊMICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA


Ana Luíza Moraes Oliveira
Jéssica de Moutta Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217015>

CAPÍTULO 6..... 66

EFEITO DO BIOFILME DE *Arthrographis kalrae* NA RESPOSTA IMUNE DE MACRÓFAGOS INFECTADOS


Bianca Dorana de Oliveira Souza
Janneth Josefina Escobar Arcos
Bruno Fernando Cruz Lucchetti
Phileno Pinge Filho
Mario Augusto Ono
Ayako Sano
Luciene Airy Nagashima
Adriane Lenhard-Vidal
Franciele Ayumi Semêncio Chiyoda-Rodini
Eiko Nakagawa Itano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217016>

CAPÍTULO 7..... 76

POTENTIAL OF *Saccharomyces cerevisiae* IN *Fusarium graminearum* ANTIBIOSIS AND ZEARALENONE DETOXIFICATION

Andressa Jacqueline de Oliveira
Mario Augusto Ono
Melissa Tiemi Hirozawa
Jaqueline Gozzi Bordini
Claudemir Zucareli
Elisabete Yurie Sataque Ono


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217017>

CAPÍTULO 8..... 93

BIOLOGICAL EVALUATION OF A THERAPEUTIC DEVICE THAT IS BASED IN PULSED-ELECTROMAGNETIC FIELDS AND STATIC MAGNETIC FIELDS ON A MURINE MODEL

Abraham O. Rodríguez-De la Fuente
José Antonio Heredia-Rojas
Pilar Carranza-Rosales
Omar Heredia-Rodríguez
Gerardo Lozano-Garza


Angel Zavala-Pompa
Pedro Antonio Noguera-Díaz
José Alberto Valadez-Lira
Ricardo Gómez-Flores
Pedro César Cantú-Martínez
María Porfiria Barrón-González

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217018>

CAPÍTULO 9..... 107

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ATIVIDADE BIOLÓGICA DO DERIVADO TIAZACRIDÍNICO LPSF/AA-57


Marcel Lucas de Almeida
Valécia de Cassia Mendonça da Costa
Michelly Cristiny Pereira
Ivan da Rocha Pitta
Marina Galdino da Rocha Pitta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4172217019>

CAPÍTULO 10..... 114

CONCEPÇÃO DE CLÍNICA AMPLIADA E OS DESAFIOS DAS PRÁTICAS EM SAÚDE MENTAL NA ATUALIDADE


Celian Araújo da Nóbrega Souza
Carmen Silva Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170110>

CAPÍTULO 11 127

MADUREZ SEXUAL Y ESPECTRO TRÓFICO DE *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, MÉXICO


Emmanuel Velasco-Villalobos
Elizabeth Valero-Pacheco
Luis Gerardo Abarca-Arenas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170111>

CAPÍTULO 12..... 139

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE LONGA LATÊNCIA: MONITORAMENTO DE EFICÁCIA DA INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA EM ESCOLARES COM DISLEXIA

Ana Luiza de Faria Luiz
Yara Bagali Alcântara
Brena Elisa Lucas
Carolina Almeida Vieira
Simone Aparecida Capellini
Ana Cláudia Figueiredo Frizzo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170112>

CAPÍTULO 13..... 149

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE LIPÍDIOS DA MICROALGA

Scenedesmus sp.


Alana Ramos Nobre
Karollyna Menezes Silva
Keilla Santos Cerqueira
Jacqueline Rego da Silva Rodrigues
Roberto Rodrigues de Saouza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170113>

CAPÍTULO 14..... 164

EFFECT OF LACTIC ACID BACTERIA ON *Fusarium verticillioides* GROWTH AND FUMONISIN B₁ DETOXIFICATION


Melissa Tiemi Hirozawa
Mario Augusto Ono
Sandra Garcia
Jaqueline Gozzi Bordini
Andressa Jacqueline de Oliveira
Elisa Yoko Hirooka
Elisabete Yurie Sataque Ono

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170114>

CAPÍTULO 15..... 183

PARÂMETROS REPRODUTIVOS EM ESPÉCIES NEOTROPICAIS DE *Drosophila* (DIPTERA; DROSOPHILIDAE)


Lorena Tayrini de Oliveira da Silva
Silvana Aparecida Beira
Camila Heloíse dos Santos
Janaina Cosmedamiana Metinoski Bueno
Natana Maria Metinoski Bueno
Rogério Pincela Mateus
Luciana Paes de Barros Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170115>

CAPÍTULO 16..... 207

BENZOFENONA E OCTOCRILENO COMO POLUENTES EMERGENTES: UMA PROBLEMA AMBIENTAL E DE SAÚDE PÚBLICA

Diego Espírito Santo
Andrielle Karine Ribeiro Mendes
Débora Cristina de Souza
Flávia Vieira da Silva Medeiros
Ana Paula Peron


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170116>

CAPÍTULO 17..... 228

MORFOLOGIA VEGETAL: UMA ABORDAGEM PALINOLOGICA DE *HIBISCUS ROSA-SINENSIS* L.

João Marcos Gomes Leite
Maristela Tavares Gonçalves


Alessandro Oliveira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170117>

CAPÍTULO 18.....236

CONSIDERAÇÕES SOBRE O FITOPLÂNTON DO SUBMÉDIO RIO SÃO FRANCISCO: GRUPOS FUNCIONAIS DE REYNOLDS (GFR) E IMPLICAÇÕES PARA OS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA


Vladimir de Sales Nunes
Mávani Lima Santos
Caio Carvalho Novais de Moraes
Bruno César Silva
René Geraldo Cordeiro Silva Júnior
Edson Gomes de Moura Júnior
Ludwig Lima Nunes
Carlos Vinícius da Silva Cabral
Angélica Barbosa Jericó
Nadiane Nunes da Silva
Gabriel Luiz Celante da Silva
Benoit Jean Bernard Jahyny

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170118>

CAPÍTULO 19.....251

AVALIAÇÃO DE MISTURAS TERNÁRIAS DIESEL-BIODIESEL-ETANOL PARA APLICAÇÃO COMO COMBUSTÍVEL EM MOTORES DE CICLO DIESEL


Guilherme Brandão Guerra
Gisel Chenard Díaz
Yordanka Reyes Cruz
Vinicius Rossa
Donato Alexandre Gomes Aranda
Rene Gonzalez Carliz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170119>

CAPÍTULO 20.....265

EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE FEIJOEIRO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL

Stella Mendes Pio Oliveira
Guilherme Mendes Pio Oliveira
Luana Ranieri Massucato


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170120>

CAPÍTULO 21.....277

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO “ECOLOGIA NO LABIRINTO” PARA OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Milena Resende Nascimento
Mariana Fideles Ferreira
Francielly Felix da Silva Isaias
Mayra Luzia da Cruz e Souza


Frederico Miranda
Polyanna Miranda Alves
Polyane Ribeiro Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170121>

CAPÍTULO 22.....281

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS EM INDIVÍDUOS COM TALASSEMIAS ALFA E BETA E CORRELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA NO MUNICÍPIO DE ASSIS E REGIÃO

Julia Amanda Rodrigues Fracasso
Luiz Fernando Moraes-Silva
Guilherme de Oliveira-Paes
Luisa Taynara Silvério da Costa
Maria José Malagutti-Ferreira
Lucinéia dos Santos
Renata Aparecida de Camargo Bittencourt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41722170122>

SOBRE A ORGANIZADORA.....295

ÍNDICE REMISSIVO.....296

CAPÍTULO 18

CONSIDERAÇÕES SOBRE O FITOPLÂNCTON DO SUBMÉDIO RIO SÃO FRANCISCO: GRUPOS FUNCIONAIS DE REYNOLDS (GFR) E IMPLICAÇÕES PARA OS MÚLTIPLOS USOS DA ÁGUA

Data de aceite: 10/01/2022

Data de submissão: 08/10/2021

Carlos Vinícius da Silva Cabral

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina - Pernambuco

Angélica Barbosa Jericó

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina - Pernambuco

Vladimir de Sales Nunes

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina - Pernambuco

Mávani Lima Santos

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina – Pernambuco

Nadiane Nunes da Silva

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina – Pernambuco

Caio Carvalho Novais de Moraes

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina - Pernambuco

Gabriel Luiz Celante da Silva

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina – Pernambuco

Bruno César Silva

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional
Petrolina - Pernambuco

Benoit Jean Bernard Jahyny

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina – Pernambuco

René Geraldo Cordeiro Silva Júnior

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Medicina Veterinária
Petrolina – Pernambuco

Edson Gomes de Moura Júnior

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental

Ludwig Lima Nunes

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Ciências Biológicas
Petrolina - Pernambuco

RESUMO: O que se conhece como algas compreende uma ampla variedade de organismos aquáticos e fotossintetizantes, com diversas manifestações morfológicas e grande importância ecológica e econômica. Atuando como produtores primários em ecossistemas aquáticos e sendo responsáveis por quase metade da produção do oxigênio na biosfera, as algas do fitoplâncton são cruciais para a compreensão da biodiversidade e esforços de conservação de corpos hídricos de múltiplos usos. Uma técnica utilizada para auxiliar em

estudos ecológicos do fitoplâncton é a abordagem dos Grupos Funcionais de Reynolds (GFR), que agrupa determinados táxons de algas em categorias funcionais ou códons definidos com base na afinidade e sensibilidade dos organismos a um conjunto de características ambientais. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou determinar os GFR ocorrentes em um ponto amostral do rio São Francisco em Petrolina, Pernambuco, Brasil, com base no levantamento taxonômico do fitoplâncton do local. Após a coleta do material utilizando rede de plâncton com malha de 20 μm e identificação dos organismos e GFR com base na literatura especializada, obteve-se 14 códons dos GFR. Os códons identificados, com base em suas características definidoras, reforçaram a característica do ponto de coleta como um ponto lótico de estado trófico de mesotrófico a eutrófico. Além disso, a presença do código L_M , representado pela co-ocorrência dos gêneros *Ceratium* e *Microcystis*, acende um importante alerta visto o potencial destes táxons em causar florações prejudiciais.

PALAVRAS-CHAVE: Algas; ecologia; levantamento taxonômico; *Microcystis*; eutrofização.

CONSIDERATIONS ON THE PHYTOPLANKTON OF THE SUB-MIDDLE SÃO FRANCISCO RIVER: REYNOLDS FUNCTIONAL GROUPS (RFG) AND IMPLICATIONS ON THE MULTIPLE USES OF WATER

ABSTRACT: What is known as algae comprises a wide variety of aquatic and photosynthetic organisms, with different morphological manifestations and great ecological and economic importance. Acting as primary producers in aquatic ecosystems and accounting for nearly half of the biosphere's oxygen production, phytoplankton algae are crucial to understanding the biodiversity and conservation efforts for multipurpose water bodies. One technique used to aid in ecological studies of phytoplankton is the Reynolds Functional Groups (RFG) approach, which groups certain algal taxa into functional categories or coda defined based on the organisms' affinity and sensitivity to a set of environmental characteristics. From this perspective, the present study aimed to determine the RFG occurring in a sampling point of the São Francisco river in Petrolina, Pernambuco, Brazil, based on the taxonomic survey of the phytoplankton at the site. After collecting the material using a 20 μm plankton net and identifying the organisms and RFG based on the specialized literature, 14 RFG coda were obtained. The identified coda, based on their defining characteristics, reinforced the characteristic of the collection point as a lotic point of trophic state ranging from mesotrophic to eutrophic. Furthermore, the presence of the L_M codon, represented by the co-occurrence of the genera *Ceratium* and *Microcystis*, raises an important warning given the potential of these taxa to cause harmful blooms.

KEYWORDS: Algae; ecology; taxonomic survey; *Microcystis*; eutrophication.

1 | INTRODUÇÃO

E, espalhados por ali, alguns em suas máquinas de guerra tombadas (...), estavam os marcianos – mortos! -, derrotados pela bactéria (...); mortos, depois de todas as armas dos homens falharem, pelas coisas mais insignificantes que Deus, com sua sabedoria, colocara nesta Terra (WELLS, H. G., 1898, p. 165).

No início deste capítulo que tratará acerca das algas continentais microscópicas

do Rio São Francisco, evocamos o trecho acima, retirado do clássico *Guerra dos Mundos*, publicado ainda no fim do século XIX pelo célebre escritor britânico H. G. Wells, para ilustrar como a diversidade do mundo microscópico permeia e faz parte, desde há muito, do imaginário humano. Na citada obra, os invasores marcianos, após semear o caos pela Terra em uma destruidora invasão interplanetária, terminam sua belicosa jornada destruídos por “simples” bactérias, que não haviam sido levadas em conta na elaboração da ambiciosa estratégia de guerra.

A adequação desta citação encontra guarida no fato de que o que se conhece de maneira genérica como “algas”, são, na verdade, uma variedade de organismos amplamente distintos em morfologia, reprodução, fisiologia e ecologia. Como exemplificam BICUDO & MENEZES (2006), “alga”, no contexto taxonômico, é meramente um termo de uso popular, tal qual o termo “palmeira” é utilizado para denominar árvores distintas, ou “grama” é aplicado a um número vasto das mais diversas gramíneas. Contudo, essa nomenclatura tem validade na ecologia, visto que engloba grupos taxonômicos diversos em um grupo coerente de organismos aquáticos, quase todos clorofilados, e com órgãos de reprodução jamais envolvidos por um conjunto ou tecido de células estéreis. Dessa forma, consideram-se como algas desde diminutas bactérias fotossintetizantes unicelulares (Cyanobacteria) a formas oceânicas de Eukaryota multicelulares com dezenas de metros de comprimento (BICUDO & MENEZES, 2006).

O termo “ALGAE” aparece, pela primeira vez, na obra *Species Plantarum*, publicada pelo naturalista sueco Carl Linnaeus (ou Lineu) em 1753, sendo o primeiro trabalho de botânica a aplicar o sistema de nomenclatura binomial para a classificação de organismos (LINNAEUS, 1753). Dos organismos classificados por Lineu, apenas cinco gêneros e 48 espécies constituem o que hoje se conhece por algas (BICUDO & MENEZES, 2006). Em contraste, a maior base de dados internacional acerca da taxonomia, nomenclatura, e distribuição de algas, a *AlgaeBase*, conta atualmente com 163.687 espécies catalogadas (GUIRY & GUIRY, 2021).

A ideia de algas como organismos predominantemente pigmentados, capazes de realizar fotossíntese, naturalmente evoca sua similaridade (que, de fato, existe) com as embriófitas, tradicionalmente chamadas de plantas terrestres. Contudo, especialmente quando se explora a ampla diversidade morfológica das algas microscópicas, formada em porção mais significativa pelo fitoplâncton (algas que medem de 1 μm a 1000 μm), não raro se pode cair em uma tentadora definição rápida das algas como “pequenas plantas aquáticas”, o que é impreciso pelo fato de que muitos desses organismos microscópicos que ocorrem em todas as classes de ambientes aquáticos, entre outras tantas características, se movem ativamente, por vezes apresentam flagelos, e alguns, além da fotossíntese (quando não em sua total ausência), também apresentam alimentação heterotrófica, utilizando alimento orgânico e formas de carbono inorgânico, caracterizando a mixotrofia (RAVEN, 2007). Já as “plantas aquáticas”, também chamadas de “macrófitas aquáticas”, correspondem

a um grupo ecológico que compreende organismos fotossintetizantes visíveis a olho nu que habitam permanentemente ou por alguns meses do ano, parcialmente ou totalmente, ambientes de água doce ou salobra (ESTEVES & THOMAZ, 2012).

De fato, o fitoplâncton ocorre na coluna d'água de corpos hídricos em concomitância com outro tipo de plâncton, o zooplâncton, este composto por organismos heterotróficos, também de alta variação morfológica, frequentemente de rápido movimento, e que, por vezes, se alimentam do fitoplâncton (RAVEN, 2007). Portanto, uma associação intuitiva e desavisada das algas, destacadamente as fitoplanctônicas, com formas ou estruturas animais, não é algo raro de ocorrer, principalmente ao observar espécimes vivos ao microscópio óptico. Charles Darwin, em *A Origem das Espécies*, relata o seguinte no capítulo XV da referida obra:

Se considerarmos as duas divisões principais – isto é, os reinos animal e vegetal –, algumas formas inferiores possuem um caráter de tal forma intermediário que os naturalistas têm discordado sobre o reino ao qual elas deveriam pertencer. Como assinalou o professor Asa Gray, “os esporos e outros corpos reprodutores de muitas algas inferiores podem ter, em princípio, uma característica animal, e, mais tarde, indiscutivelmente, uma existência vegetal” (DARWIN, 1859, p. 549).

Para além de sua notória diversidade morfológica, um outro importante fator sobre as algas que merece o devido destaque é, sem dúvida, sua ampla distribuição. Esses organismos ocorrem em uma grande variedade de ambientes em todas as latitudes, longitudes e altitudes, sendo encontrados em rios, lagos, represas, açudes, bem como sobre o solo, rochas, troncos de árvores e em tanques de bromélias, entre outros locais (BICUDO & MENEZES, 2006; FRANCESCHINI *et al.*, 2010). Como notavelmente assinalam BICUDO & MENEZES (2006), não existe água em que não ocorram algas.

Finalmente, mas de forma nada menos importante, a relevância ecológica das algas, principalmente do fitoplâncton, encontra sua representação mais crucial para além do papel fundamental de produtores primários em ecossistemas aquáticos, formando a base do fluxo energético em vários níveis tróficos (MBONDE *et al.*, 2002). Esses organismos são importantes na produção de oxigênio através do processo de fotossíntese, oxigenando as águas e sendo responsáveis por quase metade de toda a produção de oxigênio na biosfera, além de serem um componente significativo do ciclo do carbono (THÉBAULT *et al.*, 2009).

A composição do fitoplâncton em diferentes ecossistemas aquáticos é dinâmica e muda de um ecossistema para outro tanto em composição de espécies quanto na distribuição de biomassa. Assim, mudanças nesses parâmetros podem ser indicativos de mudanças ambientais nos ecossistemas aquáticos, onde parte significativa da produção biológica é realizada pelas algas (MBONDE *et al.*, 2002).

Visto que o fitoplâncton reage prontamente a mudanças ecológicas, esses organismos podem ser utilizados como indicadores do estado trófico dos corpos hídricos onde ocorrem, oferecendo um valioso indicativo da qualidade da água. (PARMAR,

RAWTANI & AGRAWAL, 2016; TRIPATHI & GAUR, 2021). Contudo, quando o ecossistema aquático é alterado, principalmente pela entrada de efluentes ricos em nutrientes, há em tese um estímulo ao rápido crescimento de espécies fitoplânctônicas e de macrófitas aquáticas, levando, em casos extremos, ao desenvolvimento de florações monoespecíficas de cianobactérias, as “algas azuis” (OBERHOLSTER, BOTHA & ASHTON, 2009). Nessa perspectiva, encontra grande aplicabilidade a abordagem dos grupos funcionais no estudo do fitoplâncton, atualmente chamada de Grupos Funcionais de Reynolds (GFR) em homenagem idealizador dessa metodologia (REYNOLDS *et al.*, 2002).

A partir da definição original de Reynolds, FRANCESCHINI *et al.* (2010) sintetizaram a definição de grupo funcional como um grupo de espécies que respondem igualmente a um conjunto de condições ambientais, compartilhando adaptações para sobrevivência e dominância quando submetidos a um mesmo gradiente ambiental. Dessa forma, a abordagem dos GFR pode ser utilizada para detectar padrões na distribuição e dinâmica das populações do fitoplâncton, relacionando-as com mudanças no ambiente.

Os GFR permitem classificar a diversidade do fitoplâncton em categorias ecológicas (códons) definidas com base na ideia de que um habitat com determinados parâmetros em relação a disponibilidade de luz ou nutrientes, por exemplo, é mais provável de ser habitado por espécies com as adaptações próprias para este ambiente que por espécies que não possuem tais adaptações, ou sensíveis a essas características. Nesse sentido, a abordagem dos GFR permite, inclusive, potencialmente prever quais espécies podem ocorrer em determinado ecossistema com base em suas características limnológicas e vice-versa, conferindo importância prática à abordagem dos GFR na gestão de recursos hídricos, especialmente importante em áreas de múltiplos-usos (NUNES *et al.*, 2021).

Apesar da relativa facilidade e aplicação intuitiva da abordagem, erros em sua interpretação não são raros de encontrar na literatura. Nesse sentido, um importante estudo voltado exclusivamente à análise dos erros mais comuns e à definição detalhada de cada código dos GFR foi conduzido em 2008 por PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES (2008).

Entre os mais extensos corpos hídricos do Brasil, o rio São Francisco é o maior rio dentre aqueles inseridos totalmente dentro do território nacional. Sua bacia hidrográfica corresponde a 8% do território nacional, nascendo no estado de Minas Gerais e percorrendo 505 municípios nos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, além do Distrito Federal (CBHSF, 2021). Apesar de divergir em diferentes trabalhos na literatura, o estudo conduzido por SILVA *et al.* (2003) oferece uma extensão variável do rio São Francisco entre 2.814 e 2.863 km, a depender da referência geográfica das nascentes.

A população no entorno no rio São Francisco passa dos 15 milhões de pessoas, e sua maior concentração está na região fisiográfica do Alto São Francisco. Cerca de 54% da bacia hidrográfica está localizada na região semiárida, e três biomas são abrangidos ao longo de sua extensão: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, além do ecossistema estuarino

do rio. O território da região fisiográfica do Submédio São Francisco se divide em 59,4% de área representada por Pernambuco, 39,5% pela Bahia, e 1,1% por Alagoas (CBHSF, 2021).

Os municípios de Juazeiro (Bahia) e Petrolina (Pernambuco) estão localizados no centro do Submédio São Francisco, na região Nordeste do Brasil. O clima é semiárido quente e a temperatura média anual é de 24,8 °C. Se considerada conjuntamente, a população das duas cidades ultrapassa meio milhão de habitantes. Além disso, a região é um importante polo nacional de fruticultura irrigada, aproveitando-se da localização estratégica às margens do Rio São Francisco (PMP, 2021).

Uma das descrições detalhadas mais longevas da região é fornecida pelo relato da famosa expedição dos naturalistas alemães Spix e Martius, realizada entre 1817 e 1820. Sobre o rio São Francisco, eles escreveram:

O rio São Francisco separa as capitanias de Bahia e Pernambuco (...); a própria região em que nos achávamos exercia influência estimulante nos nossos ânimos, pois o majestoso São Francisco derrama aqui não só todas as bênçãos de um grande rio, mas também faz lembrar ao viajante alemão o pátrio Reno (...). O rio, durante nossa estada, tinha muito pouca água, devido à demorada seca precedente, nas regiões do sul, e este ano não havia transbordado (...). A agricultura não parece ser tão favorecida, quanto na região do sul, que o rio atravessa (...). Os produtos locais provêm da criação de gado bovino e equino (SPIX, 2017, p. 310-311).

A partir do retrato feito pelos naturalistas e em comparação com o cenário atual, percebe-se que as atividades se inverteram depois dois séculos: a agricultura é a mais significativa atividade econômica da região, sendo esta, como previamente mencionado, o maior polo de fruticultura irrigada do país (CORREIA, ARAUJO & CAVALCANTI, 2001). Além disso, a atividade de criação de gado bovino na região é hoje extremamente reduzida, e o rio São Francisco, após a construção da Barragem de Sobradinho, apresenta maior regularidade de vazão (SANTOS *et al.*, 2017).

Em concordância com a intensa ocupação do Submédio São Francisco, a bacia hidrográfica, nessa região, mostra uma variedade de usos que incluem, entre outras atividades, a geração de energia, a pesca, a navegação de cargas e de pessoas, o uso para irrigação e o abastecimento de água potável para consumo (SANTOS *et al.*, 2017). O volume de água implicado no atendimento de todas essas demandas por si só oferece indicação da importância da gestão dos recursos hídricos nessa região (FREITAS & LOPES, 2003).

Contudo, a intensa ocupação na região também implica uma histórica degradação ambiental e poluição dos ecossistemas aquáticos. Nesse sentido, o despejo direto de efluentes causa a eutrofização dos ecossistemas aquáticos através do acúmulo de nutrientes como nitrogênio e fósforo, originários, por exemplo, do esgoto doméstico. A consequência direta mais visível é o acúmulo de macrófitas aquáticas do gênero *Eichhornia*, abundantes nas margens do rio São Francisco tanto em Juazeiro quanto em Petrolina (BRITTO, 2015).

Assim como o fitoplâncton, as macrófitas podem também ser bioindicadoras do estado trófico do ecossistema aquático, mas a presença excessiva desses organismos pode levar à competição por luz e nutrientes. Entre outros fatores, a cobertura da coluna d'água pelas plantas prejudica a realização de fotossíntese por parte do fitoplâncton, diminuindo a oxigenação da água e podendo até mesmo afetar a ictiofauna, causando a mortandade de peixes em casos extremos (CATELA, 2012).

Por sua vez, o risco de florações monoespecíficas de cianobactérias com a eutrofização é uma problemática bem conhecida e que pode ocasionar problemas graves para a saúde humana. No caso mais notável na região, em 1996, 52 pacientes de uma clínica de hemodiálise em Caruaru, Pernambuco, foram a óbito após experienciarem sintomas como dor de cabeça, dor nos olhos, visão turva, náusea, vômito e, finalmente, insuficiência hepática aguda, no evento conhecido como "Síndrome de Caruaru". A intoxicação dos pacientes se deu através de dois grupos cianotoxinas: microcistinas, produzidas pelos gêneros de cianobactéria *Microcystis* e *Anabaena*, e cilindropermopsina, produzida pelo gênero *Cylindrospermopsis* (AZEVEDO *et al.*, 2002).

Dessa forma, integrando o conhecimento sobre a diversidade e importância ecológica e econômica das algas, a abordagem dos Grupos Funcionais de Reynolds na interpretação do fitoplâncton, e a necessidade de uma gestão consciente dos recursos hídricos visando o uso sustentável da água em seus múltiplos-usos, este trabalho objetivou determinar e analisar os códons dos GFR com base em um levantamento taxonômico do fitoplâncton do Rio São Francisco visando agregar dados que possam subsidiar a tomada de decisões na conservação do Submédio São Francisco.

2 | METODOLOGIA

Esta pesquisa baseou-se na coleta, identificação e interpretação do fitoplâncton do Rio São Francisco às margens da cidade de Petrolina, Pernambuco, Brasil. A coleta das algas ocorreu no dia 15 junho de 2020 em área de múltiplos usos da água oposta à margem pertencente à cidade de Juazeiro, Bahia, Brasil (Figura 1). As coordenadas geográficas do local de coleta são 09°24,245'S e 040°30,004'O, e a elevação do local é de 358 metros acima do nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen, a classificação do clima para a área de coleta é *BSh*, correspondendo a uma área seca e semiárida de baixa latitude e altitude (ALVARES *et al.*, 2014).

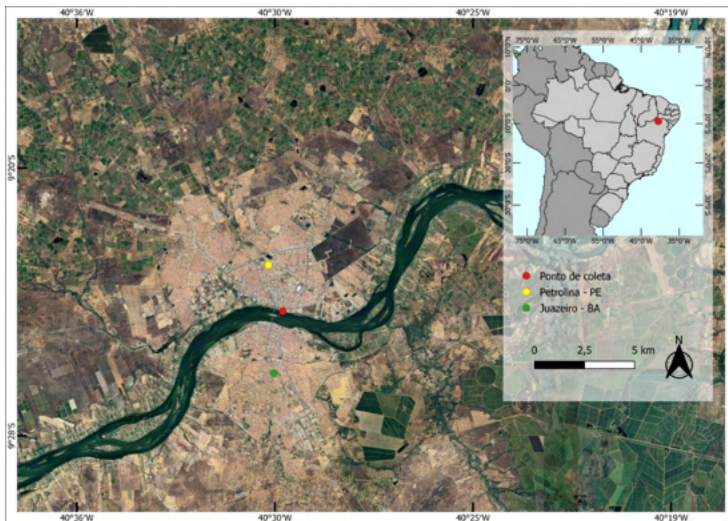


Figura 1. Imagem de satélite da área de coleta e adjacências, evidenciando a característica de múltiplos usos da água no local.

Foram realizadas amostragens sucessivas através do arraste em superfície e filtragem da água utilizando uma rede de fitoplâncton com abertura de malha de $20\ \mu\text{m}$. O pH e temperatura da água medidos no local de coleta foram 6,0 e $22,9\ ^\circ\text{C}$, respectivamente. O material filtrado foi concentrado em potes de vidro recobertos por material opaco preto com capacidade para 150 mL. As amostras foram fixadas com formalina, álcool e ácido acético (FAA) de acordo com o preconizado por BICUDO & MENEZES (2006) para a coleta de fitoplâncton visando à manutenção das estruturas das microalgas por longa data e com dano mínimo. As amostras encontram-se armazenadas sob refrigeração a $6\ ^\circ\text{C}$ no Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, onde estão disponíveis para consulta.

Subsequentemente, o material coletado foi analisado através de microscopia óptica. A identificação do fitoplâncton foi feita utilizando como literatura de referência os trabalhos de BICUDO & MENEZES (2006) e FRANCESCHINI *et al.* (2010). Concomitantemente ao processo identificação até o nível taxonômico mais abrangente possível, foi construída uma planilha atrelada a um banco de imagens contendo uma fotografia para cada espécime inserido. As fotografias foram realizadas através de câmera digital acoplada a um microscópio óptico modelo Diag Tech XJS300. Para a edição e medição das imagens, utilizou-se o software TSVIEW, versão 6.2.4.5.

Em seguida, procedeu-se à identificação dos grupos funcionais seguindo a classificação proposta por REYNOLDS *et al.* (2002), bem como as observações de PADISÁK *et al.* (2009) sobre o trabalho anterior, além da avaliação dos táxons quanto a sua frequência de ocorrência nas amostras analisadas (MATTEUCCI & COLMA, 1982).

3 I RESULTADOS

A análise das amostras coletadas permitiu identificar a presença de 36 gêneros de algas, 32 dos quais puderam ser agrupados em 14 códons, considerando a classificação de PADISÁK et al. (2009). A Figura 2 apresenta a diversidade taxonômica e a frequência de ocorrência dos gêneros de fitoplâncton registrados nas amostras analisadas. O códon de GFR mais representativo na riqueza de fitoplâncton da área de estudo foi N_A , que contemplou 28,13% dos táxons registrados nas amostras analisadas, sendo esse seguido por L_O (12,5%), MP e J (9,38% cada). Os códons dos GFR referentes aos organismos identificados estão destacados na Figura 3.

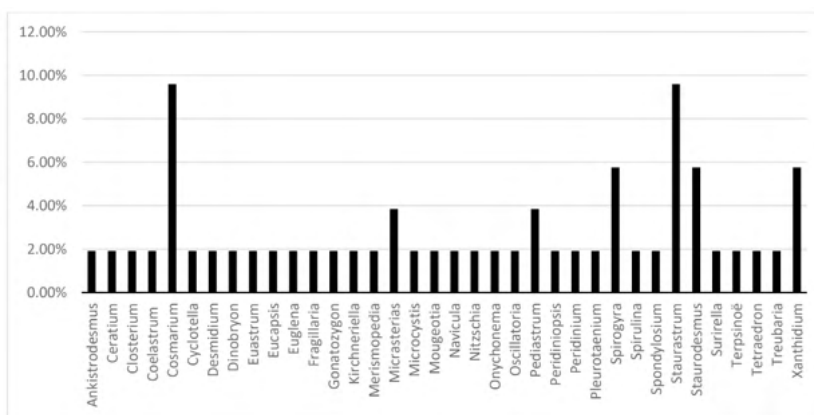


Figura 2. Representatividade, em porcentagem, de espécies pertencentes aos 36 gêneros do fitoplâncton identificados em área de múltiplos usos da água amostrada no trecho submédio do rio São Francisco em Petrolina, Pernambuco, Brasil, em junho de 2020.

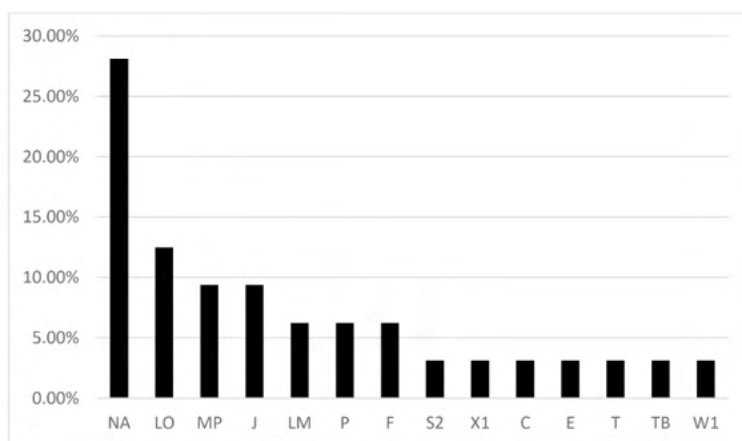


Figura 3. Percentual da riqueza taxonômica do fitoplâncton por Grupos Funcionais de Reynolds (GFR) registrada em amostras coletadas no trecho submédio do rio São Francisco em Petrolina, Pernambuco, Brasil, em junho de 2020.

4 | DISCUSSÃO

É importante destacar que a área amostral é utilizada para pesca, como atracadouro de barcos, e como local de travessia de barcas de transporte de passageiros entre uma cidade e outra. Contudo, a presença de despejo de esgoto residencial e comercial nas adjacências do local de coleta resulta no aumento significativo do conteúdo de matéria orgânica, evidenciado pela abundante flora de macrófitas aquáticas do gênero *Eichhornia* (BARRETO, 2015; MINHONI *et al.*, 2018).

A Prefeitura Municipal de Petrolina, Pernambuco, não-raro opta pela onerosa remoção direta das plantas do local utilizando máquinas retroescavadeiras, resultando em efêmeros períodos de melhoria. Contudo, a problemática não é resolvida ao longo prazo em razão, além da continuidade do despejo do esgoto, da presença de um banco de sementes no local, que continuam seu desenvolvimento sob condições ideais (BRITTO, 2015; CBHSF, 2015).

O códon N_A , mais representativo na riqueza do fitoplâncton na área de estudo, não existia na proposta original dos GFR, tendo sido sugerido por SOUZA *et al.* (2008) para incluir espécies em baixas latitudes, em ambientes oligo-mesotróficos e sensíveis à desestratificação da coluna d'água, ou seja, à eliminação da variação vertical na temperatura e densidade da água (LIMA NETO, 2019; PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009). O estado trófico preconizado por esse códon implica corpos d'água de baixa a média produtividade, com possíveis implicações para a qualidade da água, mas em níveis geralmente aceitáveis (ANA, 2021). Os principais representantes desse códon são as desmídias unicelulares *Cosmarium*, *Staurodesmus*, *Staurastrum* e outras desmídias unicelulares ou filamentosas (PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; SOUZA *et al.*, 2018).

O códon L_O , segundo mais representativo na riqueza total do fitoplâncton identificada na área de estudo, com 12,5%, é característico de habitats profundos ou rasos, com estado trófico variando de oligotrófico a eutrófico e apresentando sensibilidade a perturbações da coluna d'água. Este códon inclui um grande número de cianobactérias e dinoflagelados, incluindo *Ceratium* spp. (PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002). Contudo, quando este ocorre concomitantemente com *Microcystis*, o códon L_M é implicado, tendo este também sido identificado em nossa pesquisa (PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002).

O códon MP inclui várias diatomáceas e cianobactérias, e o habitat característico é de ambientes lênticos rasos e turvos, com tolerância a alta insolação e sensibilidade a perturbações e baixa luminosidade (PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002). Já o códon J inclui espécies que vivem em ambientes rasos, eutróficos e frequentemente submetidos a perturbações da coluna d'água, sendo sensíveis a baixa luminosidade. Aqui se incluem diversas algas verdes coloniais (PADISÁK,

CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002).

Como mencionado previamente, o códon L_M é tipicamente representado pela co-ocorrência de *Ceratium hirundinella* e/ou *Ceratium furcoides* com *Microcystis* spp. Este códon é característico de ambientes eutróficos a hipertróficos, sendo sensível a perturbações na coluna d'água e a baixa estratificação (REYNOLDS *et al.*, 2002). É importante notar que *Ceratium* e *Microcystis*, presentes nas nossas amostras e representados pelo códon L_M , podem ser problemáticos e representar riscos à qualidade da água através da redução da sedimentação e entupimento de filtros, no caso de *Ceratium*, ou através da produção de toxinas (microcistinas), no caso de *Microcystis*. Apesar de florações serem típicas de ambientes lênticos, a presença desses grupos na área amostral e o uso da água para consumo pode levar, eventualmente, ao transporte dos organismos a algum local de armazenamento onde haja condições favoráveis à sua proliferação (ALMEIDA *et al.*, 2016; PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002).

O códon P é típico de habitats semelhantes ao do códon N_A , mas em estados tróficos de maior quantidade de nutrientes. Aqui se incluem algumas diatomáceas e desmídias, no epilímnio de ambientes eutróficos, tolerantes a luminosidade moderada e sensíveis à estratificação da coluna d'água (PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002). Já o códon F é típico do epilímnio de ambientes mesotróficos a eutróficos com frequente perturbação. Seus representantes, aqui inclusas algumas algas verdes coloniais, a exemplo de *Kirchneriella*, são tolerantes a turbidez e sensíveis à deficiência de CO_2 (PADISÁK, CROSETTI & NASELLI-FLORES, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2002).

O códon S2 compreende organismos cujo hábitat são águas quentes, rasas, e frequentemente alcalinas, a exemplo de *Spirulina* spp. O códon é tolerante a condições de baixa luminosidade e sensível a perturbações na coluna d'água. O códon X1, por sua vez, é típico de habitats rasos, eutróficos a hipertróficos, tolerantes à estratificação e sensíveis à deficiência de nutrientes. Aqui se incluem diversas algas verdes coloniais a exemplo de *Ankistrodesmus* spp. Já o códon C é típico de ambientes eutróficos, tolerantes a alta luminosidade e com sensibilidade a estratificação. Este códon inclui algumas diatomáceas, a exemplo de *Cyclotella meneghiniana* e *C. ocellata*. O códon E é característico de ambientes rasos, oligotróficos, tolerantes à deficiência de nutrientes e sensíveis à deficiência de CO_2 . Este códon foi representado em nossa pesquisa pela presença de *Dinobryon*. O códon T é típico de camadas submetidas a perturbação, ocorrendo no epilímnio águas profundas, sendo tolerantes à baixa luminosidade e sensíveis à deficiência de nutrientes. Neste trabalho, o códon T foi representado por *Mougeotia* spp. O códon T_B foi proposto por BORICS *et al.* (2007) e é típico de ambientes altamente lóticos. Seus representantes incluem diversas diatomáceas, várias delas representadas neste trabalho, a exemplo de *Fragilaria*, *Surirella*, *Nitzschia* e *Navicula*. Por fim, o códon W1 é típico de ambientes eutróficos, ricos em matéria orgânica, especialmente originados de efluentes domésticos.

O representante deste códon identificado neste trabalho foi *Euglena* sp.

A descrição implícita a cada um dos códons dos GFR identificados nesta pesquisa corrobora com as características do trecho amostrado do rio São Francisco, em Petrolina (PE). O estado trófico predominante de mesotrófico a hipertrófico atestado pelos códons identificados reforça a alta quantidade de nutrientes que a água do local amostral apresenta, como previamente sinalizado pelas macrófitas aquáticas presentes no local. Ademais, nota-se também a significância da representação de códons característicos de ambientes com frequente perturbação, como esperado pelo ambiente lótico do local amostral, bem como da predominância de códons que compreendem organismos frequentes no epilimnio, a camada superior da coluna d'água, e alta turbidez da água, diminuindo a representatividade do fitoplâncton em camadas mais profundas. É válido lembrar que a coleta foi feita às margens do rio, em ambiente raso.

Outra conclusão importante deste trabalho é a presença do códon L_M, representado pela co-ocorrência de *Ceratium hirundinella* e/ou *Ceratium furcoides* com *Microcystis* spp. e característico de ambientes eutróficos a hipertróficos. O espécime de *Ceratium* identificado neste trabalho não pode ser diferenciado quanto a *Ceratium hirundinella* ou *Ceratium furcoides* uma vez que não foi possível evidenciar a divisão das plaquetas da epiteca. Contudo, a ocorrência do gênero juntamente com *Microcystis aeruginosa* acende um importante alerta principalmente no que se refere ao uso da água para consumo. Apesar de florações serem típicas de ambientes lênticos, opostos ao caráter lótico do rio São Francisco, o transporte da água para armazenamento em outros locais pode desencadear eventos danosos de floração, se as condições forem favoráveis. Dessa forma, este estudo oferece subsídio para a tomada de decisões na gestão dos recursos hídricos do rio São Francisco, especialmente em zonas populosas.

5 | CONCLUSÕES

Logramos identificar 14 códons dos Grupos Funcionais de Reynolds com base em um levantamento taxonômico do fitoplâncton do rio São Francisco em um ponto amostral às margens do rio em Petrolina, Pernambuco, Brasil.

Com base nas descrições implícitas na definição de cada códon, os dados obtidos permitem corroborar as características do ponto amostral do rio São Francisco, com predominância de ambientes de mesotróficos a eutróficos e alta perturbação da coluna d'água.

A presença do códon L_M, representado pela co-ocorrência de *Ceratium hirundinella* e/ou *Ceratium furcoides* com *Microcystis* spp., acende um importante alerta para o uso da água para consumo humano, visto que, em ambientes com condições ideais, estes táxons podem desencadear florações prejudiciais à qualidade da água, eventos que, em casos extremos, podem ser letais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. R. *et al.* The effectiveness of conventional water treatment in removing *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans, *Microcystis* sp. and microcystins. **Water SA**, v. 42, n. 4, 2016.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 28 set. 2021.

AZEVEDO, S. M. F. O. *et al.* Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru, Brazil. **Toxicology**, v. 181-182, 2002.

BARRETO, R. D. **Uso e ocupação do solo às margens do rio São Francisco no município de Petrolina-PE: impactos ambientais no canal fluvial**. 2015. 111f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2006. 502 p.

CATELA, B. M. A. **Estudo da adsorção de fosfatos em colunas de leito fixo contendo cinzas volantes de biomassa efeito do TRH e da carga de P**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Energia e Bioenergia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2012.

CBHSF. COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. 2021. **Principais características da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 7 out. 2021.

CORREIRA, R. C.; ARAUJO, J. L. P.; CAVALCANTI, E. B. **A fruticultura como vetor de desenvolvimento: o caso dos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)**. Petrolina: Empraba Semiárido, 2001.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Tradução de Carlos Duarte e Anna Duarte. 1. ed. São Paulo: Martin Claret, 2014.

ESTEVES, F. A. & THOMAZ, S. M. Comunidade de Macrófitas Aquáticas. *In*: ESTEVES, F.A (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, pp. 461-520.

GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. 2021. **AlgaeBase**. National University of Ireland, Galway. Disponível em: <https://www.algaebase.org>. Acesso em: 7 out. 2021.

FRANCESCHINI, I. M. *et al.* **Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FREITAS, M. A. S.; LOPES, A. V. Avaliação da demanda de água para irrigação: aplicação à bacia do rio São Francisco. *In*: **Anais do XII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**. Juazeiro: 2003.

FUENTES, E. V. **Efeito da heterogeneidade de habitats sobre o fitoplâncton no reservatório de Moxotó, rio São Francisco, Brasil**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

LINNÆUS, C. **Species Plantarum**. Estocolmo: Impensis Laurentii Salvii, 1753. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/13830#page/573/mode/1up>. Acesso em: 7 out. 2021.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Washington: The General Secretariat of The Organization of American States, 1982.

MBONDE, A. *et al.* Phytoplankton species diversity and abundance in the near shore waters of Tanzanian side of Lake Victoria. **Tanz. J. Sci.**, v. 30, n. 1, 2004.

MINHONI, R. T. A. *et al.* Monitoramento de macrófitas aquáticas no rio São Francisco no trecho urbano de Petrolina-PE. **Scientia Plena**, v. 14, n. 3, 2018.

NUNES, V. S. *et al.* Grupos Funcionais de Reynolds (GFR) no Fitoplâncton do Rio São Francisco em Petrolina, Pernambuco, Brasil. In: NUNES, V. S. *et al.* **Anais da IX Semana Acadêmica de Biologia da Universidade Federal do Vale do São Francisco**. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2021. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/00001f/00001f3c.pdf>. Acesso em: 7 out. 2021.

OBERHOLSTER, P. J.; BOTHA, A. M.; ASHTON, P. J. The influence of a toxic cyanobacterial bloom and water hydrology on algal populations and macroinvertebrate abundance in the upper littoral zone of Lake Krugersdrift, South Africa. **Ecotoxicology**, v. 18, 2009.

PADISÁK, J. *et al.* Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: A critical review with updates. **Hydrobiologia**, v. 621, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226060276>. Acesso em: 7 out. 2021.

PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21553769.2016.1162753>. Acesso em: 7 out. 2021.

PMP. PREFEITURA MUNICIPAL DE PETROLINA. **História do Município**. 2021. Disponível em: <https://petrolina.pe.gov.br/historia>. Acesso em: 7 out. 2021.

RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal**. Coordenação de tradução Jane Elizabeth Kraus. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

REYNOLDS, C. S. *et al.* Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 24, n. 5, 2002. Disponível em: <https://academic.oup.com/plankt/article/24/5/417/1507791>. Acesso em: 7 out. 2021.

SANTOS, M. O. *et al.* Avaliação das alterações hidrológicas da bacia do rio São Francisco causadas pela construção da usina hidrelétrica de Sobradinho. **Scientia Plena**, v. 13, n. 11, 2017.

SILVA, P. A. *et al.* Determinação da extensão do rio São Francisco. In: **Anais da XI SBSR**. Belo Horizonte: INPE, 2003.

SOUZA, M. B. G. *et al.* The role of atelomixis in phytoplankton assemblages' replacement in Dom Helvecio Lake, South-East Brazil. **Hidrobiologia**, v. 607, 2008.

SPIX, J. B. **Viagem pelo Brasil (1817-1820)**. Tradução de Lúcia Furquim Lahmeyer, v. 2. Brasília: Edições do Senado Federal, 2017.

THÉBAULT, J. *et al.* Barium and molybdenum records in bivalve shells: Geochemical proxies for phytoplankton dynamics in coastal environments? **Limnol. Oceanogr**, v. 54, n. 3, 2009.

TRIPATHI, B. N.; GAUR, J. P. Recovery Responses of Freshwater Phytoplankton Assemblage After the Disappearance of Metal Toxicity in Semi-Continuous Cultures. **Research Square**, 2021. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-657719/v1>. Acesso em: 7 out. 2021.

WELLS, H. G. **Guerra dos Mundos**. Tradução de Livia Bono. São Paulo: Pé da Letra, 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetólise 228, 229, 232, 233

Antibiosis 76, 78, 81, 83, 85, 86

Antifungal activity 76, 79, 80, 83, 84, 85, 90, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 175, 176, 177, 179, 180, 181

B

Benzofenona 207, 209, 213, 214, 219, 224, 225, 226

Biodiesel 149, 150, 154, 162, 163, 251, 252, 253, 256, 258, 260, 261, 262, 263

C

Câncer 108, 109, 112, 113, 212

Características reprodutivas 183, 185, 199

Células planctônicas 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

Clínica ampliada 114, 115, 116, 122, 123, 124

Combustíveis 154, 251, 252, 262, 263, 264

Covid-19 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

D

Diabrotica speciosa 265, 266, 273, 274

Dislexia 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148

Drogadição 39, 42, 44, 52

Drogas 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 126, 209, 210

Drosophila 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206

E

Electromagnetic fields 93, 94, 95, 103, 104, 105, 106

Enfermedades genéticas 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 13

Epermatozoide 95, 184, 186, 187, 189, 196, 197

Etanol 109, 149, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 188, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 260, 261, 262, 263, 264

Eugenesia 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10

F

Fatores de virulência 66, 67, 69

Fusarium graminearum 76, 77, 78, 86, 88, 89, 90, 92, 175, 178

G

Genética 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 44, 93, 202, 283, 290, 291

Genetics 7, 11, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 106, 201, 202, 203, 205

H

Hibisco 228, 229, 231, 235

Hibiscus rosa-sinensis L. 228

I

Ingeniería genética 1, 7, 8, 9, 10

Inseticida 270, 275

Interdisciplinaridade 114, 117, 118, 121, 126

Intervenção fonoaudiológica 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146

J

Jukart 109

K

K562 108, 109, 112

L

Lactobacillus 164, 165, 166, 175, 176, 178, 179, 180, 181

Leucemia 109

Levantamento taxonômico 237, 242, 247

Linfoma 109

Lipídios 149, 151, 152, 154, 155, 158, 159, 160, 161, 162, 163

M

Madurez sexual 127, 129, 131

Marcadores moleculares 15, 16, 18, 20, 21, 27, 28, 29, 33

Medidas eletrofisiológicas 139, 142

Microalga 149, 150, 151, 152, 156, 159, 160, 161, 163, 215

Micronuclei 94, 95, 97, 98, 101, 104

Mycotoxin 77, 78, 87, 89, 90, 92, 165, 166, 176, 177, 179, 180, 181

O

Octocrileno 207, 209, 213, 216, 217, 219

Óxido nítrico 67, 70, 72

P

Pez león 127, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137

Poluentes 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 227

Pragas 26, 27, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 274, 275

Professors 34, 35, 37

Pterois volitans 127, 128, 133, 134, 138

R

Reforma psiquiátrica 114, 115, 116, 117, 118, 122, 124, 125

Rio São Francisco 236, 238, 241, 242, 248, 249

S

Saccharomyces cerevisiae 76, 77, 78, 86, 87, 88, 89, 92, 178

Sars-Cov-2 54, 55, 61

Scenedesmus 149, 150, 151, 152, 155, 156, 159, 160, 163

Sequenciamento 14, 15, 16, 17, 18, 20, 25, 26, 27, 28

T

Tiazacridínico 107, 109, 110, 111

V





Vacinação 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 64



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br






Editora
Ano 2022



2

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Gênese na formação multidisciplinar

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022