



Karine Dalazoana
(Organizadora)

FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES DA BIOLOGIA



Atena
Editora
Ano 2019

Karine Dalazoana
(Organizadora)

Fundamentos e Aplicações da Biologia

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
F981	Fundamentos e aplicações da biologia [recurso eletrônico] / Organizadora Karine Dalazoana. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-445-0 DOI 10.22533/at.ed.450190507 1. Biologia – Pesquisa – Brasil. I. Dalazoana, Karine. CDD 570
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Fundamentos e Aplicações da Biologia resulta numa coleção de textos advindos de diversas faculdades, universidades e instituições de pesquisa brasileiras. Os artigos trazidos retratam parte dos esforços para o desenvolvimento da atividade científica nas Ciências Biológicas nas diversas regiões do Brasil. São esforços nas mais diferentes vertentes da Biologia, no sentido de produzir conhecimento, inovação e, mais que isso, desenvolver resultados práticos que tragam benefícios à população, como a educação de qualidade, a manutenção da sustentabilidade ambiental e a promoção da vida humana.

Sendo assim, a primeira seção trata sobre os aspectos da ecologia, manejo ambiental e conservação da biodiversidade, trazendo trabalhos sobre enriquecimento ambiental como ferramenta para garantir a integridade física e mental em animais de cativeiro, prezando pelo seu bem estar e manutenção do comportamento natural da espécie.

Posteriormente é apresentado um estudo sobre entomologia forense, no qual se busca determinar as espécies de insetos e a consequente sucessão entomológica para a decomposição de diversos tipos de carnes, com o fim de auxiliar na determinação do intervalo pós-morte para diversas espécies animais e humanos. A seção finaliza com dois estudos toxicológicos, com vistas à compreensão dos mecanismos de bioacumulação de metais pesados em embriões de aves.

A seção intitulada manejo de espécies exóticas e controle de espécies-praga inicia com um estudo sobre percepção ambiental, no qual se busca inferir entre moradores da zona urbana de um município no Estado do Piauí as percepções acerca de uma espécie arbórea exótica, numa região onde predomina a vegetação de cerrado, assim como sobre os riscos potenciais que a mesma oferece aos ecossistemas regionais. Na sequência têm-se dois estudos com vistas ao controle biológico de pragas, sobre a lagarta *Diatraea saccharalis* popularmente conhecida como broca-do-colmo sendo uma importante praga no cultivo da cana-de-açúcar, acarretando inúmeros prejuízos à cultura.

Na sequência, a seção métodos de ensino de Ciências e tecnologias educacionais versa num primeiro momento sobre a utilização de aplicativos e softwares para fins educacionais, como o Whatsapp na formação de grupos de discussão e envio de materiais e o software *cmaptools* que possibilita a construção de mapas mentais, facilitando o estudo e a compreensão de assuntos complexos como a imunologia.

Tem-se ainda a utilização da franquia da série Pokémon para fundamentar o ensino de Ciências e Biologia, uma vez que as criaturas fictícias das animações possuem similaridades com os seres vivos do mundo real, permitindo estabelecer relações comparativas e facilitar a compreensão da sistemática, classificação biológica, evolução e diversidade dos seres vivos.

Também são abordados aspectos relevantes da educação para a valoração

e conservação da biodiversidade local, como na elaboração de um manual para identificação da macro e mesofauna do solo, utilizado no ensino de Zoologia. Além deste, também se têm estudos sobre a recuperação de áreas degradadas de maneira simples e com baixo custo, oportunizando assim a restauração ou a reabilitação ambiental. A compostagem de resíduos sólidos orgânicos como forma de destinação final adequada e a elaboração de uma horta escolar com vistas ao aproveitamento de materiais recicláveis e ao incentivo de hábitos alimentares saudáveis, também são abordadas. A seção finda com um trabalho sobre a capacitação de monitores para atuação em uma exposição científica, de modo a permitir aos graduandos uma compreensão melhor sobre os temas abordados, construindo alternativas para melhorar a divulgação da ciência em eventos nas instituições de ensino e pesquisa no Brasil.

A seção estudos em microbiologia, saúde e qualidade de vida apresenta textos como o que trata sobre a relação entre a obesidade e a microbiota intestinal, atribuindo relação entre os diferentes tipos de microorganismos e a manutenção do peso corporal. Na sequência, é abordada a temática da infecção por fungos do gênero *Candida* em pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva, que geralmente se apresentam imunocomprometidos e fisiologicamente debilitados.

Posteriormente é apresentada uma discussão sobre o *Zika Vírus* e sua relação com a microcefalia e a Síndrome de Guillain-Barré, na qual foi investigada, por meio de softwares de bioinformática, a presença de mutações entre cepas de *Zika Vírus*. Deste modo, segue um trabalho sobre a qualidade de vida e a mobilidade funcional dos idosos institucionalizados em um asilo. A seção se encerra com uma avaliação sobre hábitos tabágicos num município do Estado do Piauí, cujo intuito é de apoiar as equipes de saúde do Município e fomentar a formulação de propostas em Educação para a Saúde.

Espera-se com essa obra, ampliar discussões nas diferentes áreas das Ciências Biológicas, contribuindo para o desenvolvimento científico brasileiro.

Karine Dalazoana

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DE VÍDEOS SOBRE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL APLICADO EM FELINOS CATIVOS	
<i>Lívia Raquel Rosa Ribeiro</i> <i>Lilian Taciana Frata Moroti</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905071	
CAPÍTULO 2	17
DETERMINAÇÃO DE ESPÉCIES E SUCESSÃO ENTOMOLÓGICA DA FAMÍLIA <i>Calliphoridae</i> (DIPTERA) APARENTES EM MARINGÁ – PR SOB DIFERENTES CONDIÇÕES	
<i>Luis Henrique Dalbello Yamashita</i> <i>Marina Terao</i> <i>Satiko Nanya</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905072	
CAPÍTULO 3	26
ANÁLISE MORFOLÓGICA DO SISTEMA NERVOSO DE EMBRIÕES DE <i>Gallus gallus</i> SOB AÇÃO DO MANGANÊS DURANTE O SEU DESENVOLVIMENTO	
<i>Andressa Campagnin</i> <i>Natália Karoline da Silva Silva</i> <i>Natieli Madruga Souza</i> <i>Fernanda Maurer D’Agostini</i> <i>Nádia Aparecida Lorencette</i> <i>Marcelina Mezzomo Debiasi</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905073	
CAPÍTULO 4	37
EFEITOS TERATOGENICOS DOS METAIS PESADOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE <i>Gallus SSP.</i> : UMA REVISÃO	
<i>Ana Paula Schmidt</i> <i>Fernanda Maurer D’Agosstini</i> <i>Marcelina Mezzomo Debiasi</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905074	
CAPÍTULO 5	46
PERCEPÇÃO SOBRE A INTRODUÇÃO DO NEEM (<i>Azadirachta indica</i> , <i>Meliaceae</i>) ENTRE OS HABITANTES DA ZONA URBANA DE URUÇUÍ-PI	
<i>Brunno Henryco Borges Alves</i> <i>Gabriela da Silva Borges</i> <i>Isa Maria Antunes de Sousa</i> <i>Maciel Ferreira Mascarenhas</i> <i>Jackeliny Sousa Santos</i> <i>Marcio Harrison dos Santos Ferreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905075	

CAPÍTULO 6	57
“CICLO DE DESENVOLVIMENTO, LONGEVIDADE, MORTALIDADE E DIFERENCIAÇÕES MORFOLÓGICAS EXTERNAS EM PUPAS DE <i>Diatraea saccharalis</i> (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA;CRAMBIDAE) MANTIDAS EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO”	
<i>Wagner Mansano Cavalini</i>	
<i>Satiko Nanya</i>	
<i>Helio Conte</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905076	
CAPÍTULO 7	68
EFEITO DA UMIDADE RELATIVA (UR) SOBRE EMERGÊNCIA DE MARIPOSAS DA <i>Diatraea saccharalis</i> (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)	
<i>Daniele Araujo Canazart</i>	
<i>Edmar Antônio Correia</i>	
<i>Helio Conte</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905077	
CAPÍTULO 8	73
UTILIZAÇÃO DO <i>WHATSAPP</i> COMO FERRAMENTA PARA AUXILIAR O ENSINO-APRENDIZAGEM	
<i>Joseleide Teixeira Câmara</i>	
<i>Thiara Lopes Rocha</i>	
<i>Pedro Igor Alves dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905078	
CAPÍTULO 9	81
RESPOSTA IMUNE DO HOSPEDEIRO AOS ANTÍGENOS MICROBIANOS: USO DE <i>CMAPTOOLS</i> PARA FAVORECIMENTO NA APRENDIZAGEM DE TEORIAS EXTENSAS	
<i>Larissa Souza Amaral</i>	
<i>Debora Jorge Moras</i>	
<i>Erich Potrich</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4501905079	
CAPÍTULO 10	93
CULTURA POP, O USO DE POKÉMON COMO FERRAMENTA DE ENSINO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	
<i>Kaique Cesar de Paula Silva</i>	
<i>Thiago Silva Messias</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45019050710	
CAPÍTULO 11	98
MANUAL DA FAUNA EDÁFICA: FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ZOOLOGIA	
<i>Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira</i>	
<i>Elisabeth Regina Alves Cavalcanti Silva</i>	
<i>Mayara Danyelle Rodrigues de Oliveira</i>	
<i>Elmary da Costa Fraga</i>	
<i>Francisca Carla Silva de Oliveira</i>	
<i>Janete Diane Nogueira Paranhos</i>	

Sandra Santana de Lima

DOI 10.22533/at.ed.45019050711

CAPÍTULO 12 110

TRABALHANDO A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DE FORMA LÚDICA

Sebastiana Mota de Sousa

Anny Valleria Rodrigues Nunes

Ludymila Brandão Motta

Rafael Fonsêca Zanotti

Williamis de Souza Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.45019050712

CAPÍTULO 13 120

COMPOSTAGEM COMO RECURSO DIDÁTICO

Celandia de Carvalho Barros

Ludymila Brandão Motta

Rafael Fonsêca Zanotti

Pedro Filipe Ribeiro Araújo

DOI 10.22533/at.ed.45019050713

CAPÍTULO 14 134

A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DE HORTAS COM MATERIAIS RECICLADOS NA COMUNIDADE VEREDA GRANDE, FLORIANO/PI: RELATO DE EXPERIÊNCIA

Keila Vieira Carvalho da Silva

Rayanne Pereira de Sousa

Luana Viana Silva

Lucas Passos Miranda

Lucas Torres de Sousa Roseno

Florisvaldo Clementino Santos Filho

DOI 10.22533/at.ed.45019050714

CAPÍTULO 15 142

CAPACITAÇÃO DE MONITORES PARA ATUAÇÃO EM UMA EXPOSIÇÃO CIENTÍFICA: REPERCUSSÕES NO DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO E SOCIAL

Lilian Catarim Fabiano

Diogo Rodrigues Jimenes

Pedro Luiz Zonta de Freitas

Andréia Vieira Pereira

Carmem Patrícia Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.45019050715

CAPÍTULO 16 155

EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: O CLÁSSICO DUALISMO NAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS ENTRE CRIACIONISMO E EVOLUCIONISMO

Dan Vítor Vieira Braga

Wallace Figuerêdo Barboza

Francisco Welde Araújo Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.45019050716

CAPÍTULO 17	162
MICROBIOTA INTESTINAL RELACIONADA À OBESIDADE	
<i>Andiara Regina Fontana Gonzatto</i>	
<i>Bruna Francescki Sirena</i>	
<i>Shaiane Bertolini</i>	
<i>Fernanda Maurer D'Agostini</i>	
<i>Marcelina Mezzomo Debiasi</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45019050717	
CAPÍTULO 18	167
COMPLICAÇÕES DE CÂNDIDA EM PACIENTES DA UTI: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
<i>Ana Carolina Mohl Dal Cortivo</i>	
<i>Fernanda Hellinger</i>	
<i>Gabriella Cristina Rockenbach Martins</i>	
<i>Jamile Rosset Mocellin</i>	
<i>Marcelina Mezzomo Debiasi</i>	
<i>Fernanda Maurer D'Agostini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45019050718	
CAPÍTULO 19	172
PRESENÇA DE MUTAÇÕES EM CEPAS DE ZIKA VIRUS ASSOCIADAS A MICROCEFALIA: UMA ANÁLISE <i>IN SILICO</i>	
<i>Thiago Silva Messias</i>	
<i>Kaique Cesar de Paula Silva</i>	
<i>Virgínia Bodelão Richini Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45019050719	
CAPÍTULO 20	177
QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA: PERCEPÇÃO DOS INTERNOS E DOS CUIDADORES	
<i>Luis Guilherme Marques dos Santos</i>	
<i>Lourenço Faria Costa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45019050720	
CAPÍTULO 21	191
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO HABITO TABÁGICO EM URUÇUI-PI	
<i>Ianaely Ingrid Alves da Silva</i>	
<i>Laura Cristina Ferreira dos Santos</i>	
<i>Cleziane Leite da Silva</i>	
<i>Valesca Paula Rocha</i>	
<i>Marcio Harrison dos Santos Ferreira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45019050721	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	204

EFEITOS TERATOGÊNICOS DOS METAIS PESADOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE *Gallus* ssp.: UMA REVISÃO

Ana Paula Schmidt

Fernanda Maurer D'Agostini

Marcelina Mezzomo Debiasi

Universidade do Oeste de Santa Catarina
(Unoesc) - Área das Ciências da Vida e Saúde –
ACV – Joaçaba – SC.

RESUMO: As fases iniciais da embriogênese apresentam semelhanças entre os vertebrados e, por este motivo, embriões de aves são frequentemente utilizados como modelo em estudos relacionados com os efeitos de compostos químicos, tornando possível a compreensão de anormalidades teratogênicas. A ingestão e/ou inalação de metais durante o desenvolvimento embrionário apresentam uma variedade de efeitos adversos. A presente investigação é uma revisão de literatura que teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica relativa aos efeitos teratogênicos de *metais: cádmio, chumbo e mercúrio evidenciando os sistemas que apresentam alterações durante o desenvolvimento inicial de embriões de Gallus spp.* expostos a estes metais. Para a seleção do material bibliográfico utilizou-se as bases de dados: Scielo, Medline, PubMed e CAPES, e a amostra desta revisão constituiu-se de 42 trabalhos bibliográficos. Após a análise destes trabalhos incluídos na revisão (n=20), os resultados dos estudos

apontaram que a maioria dos trabalhos estão relacionados com o elemento Cádmio, Chumbo e Mercúrio. Os três elementos são teratogênicos em doses elevadas, causam atraso no desenvolvimento embrionário, alterações morfológicas e afetam o desenvolvimento do sistema nervoso. Ainda, o Cádmio e o Chumbo afetam o sistema cardiovascular, respiratório, digestório, tegumentar e sensorial, além de estar relacionado com maiores índices de mortalidade. Estes resultados demonstram que o Cádmio, Chumbo e o Mercúrio em altas concentrações interferem no desenvolvimento embrionário, assim, deve haver controle de seu uso e liberação no ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Toxicologia. Cádmio. Chumbo. Mercúrio.

ABSTRAT: The initial phases of embryogenesis show resemblance among vertebrates and, for this reason, birds embryos are frequently utilized as study model related with the chemical composed effects, becoming possible the teratogenic abnormalities comprehension. The intake and/or inhale of metals during the embryonic development show a variety of adverse effects. The former investigation is a literature review that had as objective accomplish a bibliographic review relative to the metal teratogenic effects: cadmium, lead and mercury evidencing the systems that show

alteration during the initial development of *Gallus spp* embryos exposed to these metals. It was utilized for the bibliographic material selection the data base: Scielo, Medline, PubMed and CAPES, and the sample of this review was constituted of 42 bibliographic papers. After these papers analysis included on review (n=20), the study's results pointed that the majority of papers are related with the cadmium, lead and mercury. All three elements are teratogenic with elevated doses, causing delay on the embryonic development, morphological alteration and affect the nervous system development. Yet, the cadmium and the lead affect the cardiovascular, respiratory, digestive, tegmental and sensorial system, besides being related to the major mortality rate. These results show that the cadmium, lead and mercury in high concentrations interfere on the embryonic development, so, should be its use and environmental release controlled.

KEYWORDS: Toxicology. Cadmium. Lead. Mercury.

1 | INTRODUÇÃO

A presença de diversas substâncias de origem antrópica no ambiente pode afetar diversos níveis de organização biológica. Dentre estas substâncias, encontram-se, os metais, os quais merecem atenção por representar um enorme risco à saúde pública (NETO, 2015). As principais vias de contaminação por estes compostos ocorrem por ingestão e inalação, uma vez que estas substâncias são bioacumuladoras e estão presentes em águas e solos contaminadas ou expostos à agrotóxicos ou fertilizantes, em tintas, e em vários outros lugares em que o ser humano é facilmente exposto e, conseqüentemente, intoxicado, sendo o chumbo, mercúrio e o cádmio os que requer maior atenção pela sua alta toxicidade e grande participação no cotidiano da população (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2012; NETO, 2015).

Os metais pesados também são classificados como substâncias teratogênicas, capazes de atravessar a membrana placentária, e produzir defeitos congênitos graves, devido a ocorrência da inibição de processos bioquímicos ou moleculares específicos, causando a diminuição da proliferação celular (MOORE; PERSAUD, 2008; SADLER, 2005). Além disso, causam anormalidades neurológicas e de comportamento, atraso no desenvolvimento, malformações, anormalidades dos membros, anomalias em alguns órgãos, morte, entre outros defeitos congênitos e fisiológicos (GILBERT, 2003; THOMPSON et al., 2005).

Esses distúrbios são causados principalmente em períodos críticos do desenvolvimento, que é durante a diferenciação ativa de um tecido ou órgão, sendo o sistema nervoso e o esqueleto os sistemas mais sensíveis, desde o começo da sua formação até o nascimento (GÓMEZ, 2006; MOORE; PERSAUD, 2008). Desta forma, este trabalho buscou reunir informações citadas na literatura relativa aos efeitos teratogênicos dos *metais: cádmio, chumbo e mercúrio, evidenciando os sistemas que apresentam alterações durante o desenvolvimento de embriões de Gallus spp.* expostos a esses metais.

2 | METODOLOGIA

Para a seleção do material bibliográfico foram utilizadas bases de dados as bases de dados: Eletronic Library Online Scientific (SciELO), Medline (Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line), PubMed e Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES). Os critérios de inclusão foram: artigos, livros, dissertações e teses publicados em português, inglês e espanhol, com os resumos disponíveis nas bases de dados selecionadas, no período compreendido entre 1995 a 2016.

Para a análise e posterior síntese do material bibliográfico que atenderam aos critérios de inclusão foi utilizado os termos: “agentes teratogênicos”, “metais pesados”, “metais como agentes teratogênicos”, “substâncias teratogênicas”, “cádmio como teratogênico”, “chumbo como teratogênico” e “mercúrio como teratogênico”.

Para a coleta de dados foi realizada a leitura exploratória do material, e posteriormente, realizada uma análise descritiva, sendo selecionada e compilada apenas a literatura que atendeu aos critérios de inclusão definidos anteriormente. Todas as informações extraídas das fontes em instrumento específico, foram citadas, referenciadas, para que assim fosse possível estabelecer uma compreensão maior sobre o tema pesquisado.

Para a organização dos dados foi elaborado um quadro, de acordo com o tipo de metal, pesquisa (autor, ano), espécie animal utilizado, relacionando com os principais sistemas afetados durante o desenvolvimento embrionário inicial de *Gallus domesticus* e/ou *Gallus gallus*, após a exposição aos metais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente revisão foram selecionados 42 trabalhos, destes, 20 atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos, sendo, oito relacionados ao Cádmio (Tabela 1), sete ao Chumbo (Tabela 2) e cinco ao Mercúrio (Tabela 3). Após essas informações serem compiladas, foram elencados os principais efeitos teratogênicos do Cádmio, do Chumbo e do Mercúrio, durante o desenvolvimento embrionário dos modelos animais de *Gallus domesticus* e/ou *Gallus gallus*.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 apresenta-se a síntese dos trabalhos incluídos na presente revisão integrativa.

SUBSTÂNCIA	AUTOR/ ANO	ESPÉCIE ANIMAL	SISTEMAS AFETADOS/OUTROS
Cádmio	Thompson & Bannigan (2001)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Tegumentar; Atraso no desenvolvimento; Alterações morfológicas; Morte
	Thompson et al. (2005)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Respiratório; Cardiovascular; Sensorial; Tegumentar; Atraso no desenvolvimento; Alterações morfológicas; Morte
	Thompson & Bannigan (2007)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Digestório; Alterações morfológicas; Morte
	Thompson et al. (2008)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Digestório; Alterações morfológicas
	Yamamoto (2009)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Cardiovascular; Tegumentar; Digestório; Alterações morfológicas; Morte
	Thompson et al. (2010)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Tegumentar; Atraso no desenvolvimento; Alterações morfológicas
	Steil et al. (2012)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Alterações morfológicas
	Steil (2013)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso; Alterações morfológicas

Tabela 1: Caracterização do acervo de revisão sobre os sistemas afetados pelos efeitos teratogênicos do Cádmio, sobre o desenvolvimento embrionário de *Gallus domesticus* e/ou *Gallus gallus*.

SUBSTÂNCIA	AUTOR/ANO	ESPÉCIE ANIMAL	SISTEMAS AFETADOS/ OUTROS
Chumbo	Rodier (1995)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Cardiovascular; Morte
	Vodela et al. (1997)	<i>Gallus domesticus</i>	Atraso no desenvolvimento; Morte
	Yasuyuki & Toshiyuki (1999)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Atraso no desenvolvimento; Morte
	Carvalho (2002)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Cardiovascular; Atraso no desenvolvimento
	Schatz (2003)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Cardiovascular; Tegumentar; Digestório; Atraso no desenvolvimento; Alterações morfológicas
	Rivero (2005)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Digestório; Alterações morfológicas
	Rivero et al. (2006)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Cardiovascular; Tegumentar; Atraso no desenvolvimento; Alterações morfológicas; Morte

Tabela 2: Caracterização do acervo de revisão sobre os sistemas afetados pelos efeitos teratogênicos do Chumbo, sobre o desenvolvimento embrionário de *Gallus domesticus* e/ou *Gallus gallus*.

SUBSTÂNCIA	AUTOR/ANO	ESPÉCIE ANIMAL	SISTEMAS AFETADOS
Mercúrio	Bertossi et al. (2004)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Sensorial; Alterações morfológicas
	Carvalho (2007)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Atraso no desenvolvimento; Alterações morfológicas
	Carvalho et al. (2008)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Alterações morfológicas
	Bertacini (2010)	<i>Gallus gallus</i>	Sistema Nervoso
	Ferreira (2015)	<i>Gallus domesticus</i>	Sistema Nervoso; Alterações morfológicas; Morte

Tabela 3: Caracterização do acervo de revisão sobre os sistemas afetados pelos efeitos teratogênicos do Mercúrio, sobre o desenvolvimento embrionário de *Gallus domesticus* e/ou *Gallus gallus*.

Em relação ao objetivo desta revisão, ou seja, a análise de literatura sobre os efeitos teratogênicos de *metais: cádmio, chumbo e mercúrio durante o desenvolvimento embrionário*, observou-se no material bibliográfico que compõem a amostra que os embriões de aves são usualmente utilizados como modelo para estudos experimentais nas áreas de embriologia comparada e biologia do desenvolvimento. Embriões de aves, em especial, *Gallus ssp.* são utilizados em experimentos para avaliação de efeitos teratogênicos de contaminantes ambientais. Nos estádios precoces de desenvolvimento apresentam-se muito suscetíveis à ação de agentes tóxicos, podendo assim alterar o desenvolvimento embrionário normal e interferir nos mecanismos de formação de vários sistemas orgânicos. (WOLPERT et al., 2000; RIVERO et al., 2006). Nesta revisão ficou evidente que os metais: Cádmio, Chumbo e Mercúrio, são capazes de alterar o desenvolvimento embrionário normal da espécie.

O cádmio afeta o desenvolvimento do sistema nervoso dos embriões expostos, mesmo quando analisados por diferentes períodos; após 48h (THOMPSON E BANNIGAN, 2001), 24h (THOMPSON E BANNIGAN, 2007), 4h (THOMPSON et al., 2005) 1h, 4h e 8h (THOMPSON et al., 2010). Segundo Thompson e Bannigan (2008), estes defeitos podem ocorrer se a contaminação acontecer antes da fase de neurulação estar completa.

De acordo com Yamamoto (2009), a exposição ao cádmio em embriões de *Gallus gallus*, causa alterações na região do prosencéfalo (telencéfalo e diencéfalo), os quais estão relacionados ao controle dos estímulos nervosos e endócrinos. Para que o desenvolvimento normal do sistema nervoso ocorra, deve haver uma coordenada ocorrência de proliferação, migração, diferenciação, sinaptogênese, glicogênese, mielinização e apoptose. Interferências nestes processos durante o desenvolvimento podem resultar em consequência irreversível na estrutura e na função da mesma (BARONE et al., 2000).

Além do sistema nervoso, o cádmio causa alterações no sistema cardiovascular. Anormalidades no coração foram observadas por Yamamoto (2009) e Thompson et al.

(2005), o qual também observou alteração que comprometia futuramente o sistema respiratório dos embriões contaminados, devido a anormalidades nos pulmões. As alterações que comprometem o sistema sensorial dos embriões, foram citadas por Thompson et al. (2005), onde o mesmo observou defeitos oculares e auditivos.

Quanto ao sistema tegumentar, Thompson e Bannigan (2001), Thompson et al. (2005), Yamamoto (2009) e Thompson et al., (2010) observaram defeitos na parede do corpo dos embriões, devido a mudança das propriedades adesivas de células peridermais e alterações da mesoderme lateral, assim como também foram observados extrusão de vísceras abdominais, como estômago e intestinos (YAMAMOTO, 2009), defeitos no fígado, o que comprometeria a vida destes animais (THOMPSON; BANNIGAN, 2007; THOMPSON et al., 2008). Ainda, segundo Thompson e Bannigan (2001) e Thompson et al. (2010), o cádmio causa alteração na morfologia dos somitos.

Todos os estudos citaram alterações morfológicas significativas, tais como anormalidades de células, membros, face, parede do corpo, má formação congênita de órgãos considerados essenciais a vida, os quais, para Thompson e Bannigan (2008) tendem a ocorrer com a administração do Cádmio no período pós-neurulação. Assim como houve casos de mortalidade, principalmente quando a dose do contaminante era mais elevada (THOMPSON; BANNIGAN, 2001; THOMPSON et al., 2005; THOMPSON; BANNIGAN, 2007; YAMAMOTO, 2009). Atrasos no desenvolvimento, com relação ao tamanho e peso para estágio embrionário, também foram citados por Thompson e Bannigan (2001), Thompson et al. (2005) e Thompson et al. (2010).

Com relação a exposição ao chumbo, o sistema nervoso é afetado o qual apresenta alterações na formação do tubo neural (RODIER 1995; YASUYUKI E TOSHIYUKI 1999; SCHATZ 2003). Rivero et al. (2005), constatou alterações na organização das camadas do córtex cerebelar, na organização histológica do cerebelo e menor atividade locomotora nos embriões. Ainda, vários autores observaram nos embriões hemorragias, caracterizadas por extravasamento sanguíneo nas vesículas cerebrais extraembrionária, hemorragias cefálica e lombar da medula espinhal (CARVALHO 2002; SCHATZ 2003; RIVERO et al. 2006). Rodier (1995), relatou hemorragias intra e extraembrionárias, as quais consistem na perda de sangue do sistema circulatório, devido à ruptura de vasos sanguíneos.

Também foram citados defeitos na parede do corpo e extrusão visceral (Schatz, 2003; Rivero et al., 2006), além de má formações relacionadas a extrusão torácica, cerebral, ciclopia, membros pouco desenvolvidos (CARVALHO, 2002), hidrocefalia, má formação de face (SCHATZ, 2003; RIVERO, 2006) e alteração dos tipos celulares (RIVERO, 2005). Também foram relatados atraso no desenvolvimento (VODELA et al. 1997; YASUYUKI E TOSHIYUKI 1999; CARVALHO 2002; SCHATZ 2003; RIVERO et al., 2006). Casos de mortalidade, devido a apoptose das células (YASUYUKI; TOSHIYUKI, 1999) e necrose cefálica principalmente quando a dose do contaminante for muito elevada (RODIER, 1995; VODELA et al., 1997; RIVERO et al., 2006).

O mercúrio, quando exposto aos embriões, causa danos ao sistema nervoso

alterando a organização do mesencéfalo e cerebelo. Reduz o número de neurônios com ausência perivascular de astrócitos, levando a um atraso na maturação dos microvasos cerebelares, comprometendo assim a barreira hematoencefálica, cerebelo, coordenação motora, e alterações degenerativas dos grânulos e neurônios de Purkinje (BERTOSSO et al. ,2004; CARVALHO 2007; CARVALHO et al. 2008; BERTACINI, 2010; FERREIRA 2015).

Alterações na morfologia foram frequentemente observadas nas células do mesencéfalo e cerebelo (BERTOSSO et al., 2004; CARVALHO, 2007; CARVALHO et al., 2008). Devido aos danos nas vesículas encefálicas, a função visual e auditiva pode ficar comprometida (BERTOSSO et al., 2004). Atraso no desenvolvimento e baixo peso foram citados por Carvalho (2007) e Ferreira (2015), e apenas Ferreira (2015), observou morte celular no manto da medula espinhal, porém, o índice de mortalidade dos embriões no período pós-tratamento foi igual para os grupos controle.

Ainda, cádmio, chumbo e mercúrio são capazes de induzir o estresse oxidativo, interferindo na organização histológica do cerebelo e no comportamento normal da espécie, além disso, sua ação citotóxica e genotóxica interfere em mecanismos básicos durante o desenvolvimento (RIVERO, 2005; YAMAMOTO, 2009; FERREIRA, 2015).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos experimentos utilizando o modelo animal *Gallus gallus* foi com o elemento Cádmio.

Cádmio, chumbo e mercúrio são agentes teratogênicos, afetam o desenvolvimento do sistema nervoso, causam atraso no desenvolvimento embrionário e alterações morfológicas.

O Cádmio e o Chumbo afetam o sistema nervoso, cardiovascular, respiratório, digestório, tegumentar e sensorial, além de estar relacionado com maiores índices de mortalidade.

REFERÊNCIAS

BARONE, S. et al. **Vulnerable processes of nervous system development: a review of markers and methods**. Neurotoxicology. v.21, p.15-36, 2000.

BERTACINI, P. V. **Material particulado fino presente no ar da cidade de São Paulo promove alterações nas células de Purkinje: um estudo experimental em embrião de galinha**. Tese (Doutor em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BERTOSSO, M. et al. **Effects of methylmercury on the microvasculature of the development brain**. Rev. Neurotoxicology, v.25, p.846-857, 2004.

- CARVALHO, M. S. L. **Efeitos do Acetato de Chumbo no desenvolvimento de Embriões de *Gallus domesticus*, com ênfase na Morfologia e Organização das Células Microgliais do Telencéfalo.** Dissertação (Mestrado em Neurociências), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- CARVALHO, M. C. C. **Efeitos neurotóxicos da exposição perinatal ao metilmercúrio em *Gallus domesticus*.** Dissertação (de Pós-Graduação em Neurociências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.
- CARVALHO M. C. et al. **Behavioral, morphological, and biochemical changes after in ovo exposure to methylmercury in chicks.** Toxicol. Sci. v.5, p.106:180, 2008.
- FERREIRA, F. F. **Toxicidade do metilmercúrio (MeHg) sobre a organização das camadas da medula espinhal de embriões de *Gallus domesticus*.** Tese (de Pós-graduação em Biologia Celular e do Desenvolvimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.
- GILBERT, S. F. **Biologia do desenvolvimento.** 5ª edição. FUNPEC. SP, 2003.
- GÓMEZ, C. **Embriologia humana: Atlas e texto.** 1ª edição. Guanabara Koogan. RJ, 2006.
- MOORE K. L.; PERSAUD T. V. N. **Embriologia Clínica,** 8ª edição. Elsevier. RJ, 2008.
- NETO, R. F. A. **Efeitos dos metais pesados na saúde humana.** Laboratório Franco do Amaral. abr.2015. Disponível em: <<http://www.robertofrancodoamaral.com.br/blog/alimentacao/efeitos-dos-metais-pesados-na-saude-humana>>. Acesso em 10 de out. 2015.
- OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamento de Toxicologia.** 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2012.
- RIVERO, L. B. D. **Exposição de embriões de *Gallus domesticus* ao acetato de chumbo e seus efeitos sobre a histologia cerebelar e o comportamento no período pós-natal inicial.** Dissertação (Mestre em Neurociências), Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- RIVERO, L. B. D. et al. **Ação do acetato de chumbo sobre o padrão de desenvolvimento de embriões de *Gallus domesticus*.** Florianópolis, SC. J. Braz. Soc. Ecotoxicol. v. 1, n.1, p 83-87, 2006
- RODIER, P. M. **Developing brain as a target of toxicity.** Environmental Health Perspectives, v.103, p.73-76, 1995.
- SADLER, T. W. **Langman Embriologia Médica.** 9ª edição. Editora Guanabara Koogan S.A., RJ, 2005.
- SCHATZ, J. C. **Caracterização morfológica de embriões de *Gallus domesticus*, expostos ao acetato de chumbo, com ênfase na sua ação em nível tecidual e celular na medula.** Dissertação (Mestrado em Neurociências), Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- STEIL, G. J. et al. **Efeitos tóxicos do cádmio em embriões de *Gallus gallus*.** Sociedade Bras. de Ecotoxicologia. Universidade Federal de Pernambuco, p.469, 2012.
- STEIL, G. J. **Teratogênese e estresse oxidativo em embriões de *Gallus gallus* expostos ao cádmio.** Monografia (Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, p. 56, 2013.
- THOMPSON, J. et al. **Effects of cadmium on cell death and cell proliferation in chick embryos.** Reproductive Toxicology, v.20, p.539-548, 2005.
- THOMPSON, J. M.; BANNIGAN, J. G. **Effects of cadmium on formation of the ventral body wall in**

chick embryos and their prevention by zinc pretreatment. Teratology, v.64, n.2, p.87–97, 2001.

THOMPSON, J.; BANNIGAN J. **Omphalocele induction in the chick embryo by administration of cadmium.** Journal of Pediatric Surgery, v.42, p.1703–1709, 2007.

THOMPSON, J. et al. **Adherens junction breakdown in the periderm following cadmium administration in the chick embryo.** Reproductive Toxicology, v.25, p.39–46, 2008.

THOMPSON, J. et al. **Evidence against a direct role for oxidative stress in cadmium-induced axial malformation in the chick embryo.** Toxicology and applied pharmacology, v.243, n.3, p.390–398, 2010.

VODELA, J. K. et al. **Drinking water contaminants (arsenic, cadmium, lead, benzene and trichloroethylene) and Effects on reproductive performance, egg quality, and embryo toxicity in broiler breeders.** Poultry Science, v.76, p.1493-1500, 1997.

WOLPERT. L. et al. **Princípios de Biologia do Desenvolvimento.**: 1ª edição, Artmed, Porto Alegre, 2000

YAMAMOTO, F. Y. **Padronização de metodologias aplicadas ao estudo da exposição de embriões de aves a contaminantes ambientais.** Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2009.

YASUYUKI, F.; TOSHIYUKI, K. **Possible mechanism for lead inhibition of vascular endothelial cell proliferation.** Toxicology, v.133, p.147-157, 1999.

SOBRE A ORGANIZADORA

KARINE DALAZOANA - Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, PR. Especialista em Educação e Gestão Ambiental pelo Instituto de Estudos Avançados e Pós- Graduação, ESAP, Londrina, PR. Especialista em Educação Inclusiva pela Universidade Cidade de São Paulo, UNICID, SP. Especialista em Gestão Educacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR. Mestre em Gestão do Território, Área de Concentração Gestão do Território: Sociedade e Natureza pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, PR. Professora de Biologia do Quadro Próprio do Magistério da Secretaria de Estado de Educação, SEED, PR. Professora Adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais, CESCAGE, Ponta Grossa, PR

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-445-0

