

Organização: Jader Luís da Silveira

BIOLOGIA ATUAL

Ciência em Foco



Editora
MultiAtual

Organização: Jader Luís da Silveira

BIOLOGIA ATUAL

Ciência em Foco



**Editora
MultiAtual**

© 2021 – Editora MultiAtual

www.editoramultiatual.com.br

editoramultiatual@gmail.com

Editor Chefe e Organizador: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/MultiAtual

Revisão: Respectiveos autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Heloisa Alves Braga, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Me. Ricardo Ferreira de Sousa, Universidade Federal do Tocantins, UFT

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Esp. Ricael Spirandeli Rocha, Instituto Federal Minas Gerais, IFMG

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Me. Camilla Mariane Menezes Souza, Universidade Federal do Paraná, UFPR

Ma. Jocilene dos Santos Pereira, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Esp. Alessandro Moura Costa, Ministério da Defesa - Exército Brasileiro

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Dra. Haiany Aparecida Ferreira, Universidade Federal de Lavras, UFLA

Me. Arthur Lima de Oliveira, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ, CECIERJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silveira, Jader Luís da
S587b Biologia Atual: Ciência em Foco / Jader Luís da Silveira
(organizador). – Formiga (MG): Editora MultiAtual, 2021. 118 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-89976-02-8
DOI: 10.5281/zenodo.5502301

1. Biologia. 2. Ciência. 3. Inovação. 4. Atualidades. I. Silveira, Jader
Luís da. II. Título.

CDD: 570
CDU: 574/57

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora MultiAtual
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
www.editoramultiatual.com.br
editoramultiatual@gmail.com
Formiga - MG
Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

AUTORES

ANA CLARA BRUDZINSKI GATTO

ANA KELVIA ARAÚJO ARCANJO

ANTONIO NEUDIMAR BASTOS COSTA

BRUNA LUZ DE OLIVEIRA

DANIELLA MARIA COELHO DE BRITTO

EDIMIR ANDRADE PEREIRA

EDUARDO COSTANTIN

ELAINE CRISTINA BEZERRA BASTOS

ELINE DE VASCONCELOS BARBALHO

ELOÍSA FRIGO DE CAMPOS

ESTEVAM FERREIRA DA PONTE NETO

FLÁVIA FERNANDA FREGATI

GABRIEL MATHIAS CARNEIRO LEÃO

IRENE CRISTINA DE MELLO

JOSÉ AUGUSTO ROXINOL

KAROLAYNE SILVA SOUZA

KÁTIA CILENE DA SILVA FÉLIX

LÁZARO ARAÚJO SANTOS

MAIARA ZANOELO

MILENA ROBERTA FREIRE DA SILVA

THAIS MARQUES DA SILVA

APRESENTAÇÃO

A pandemia da Covid-19 ativou o sinal vermelho em todo o planeta, devido ao desconhecimento da biologia do vírus causador da doença, pela vertiginosa contaminação da doença, pelos altos índices de óbitos e pelos efeitos sociais e econômicos da pandemia. Cientistas de todo o planeta trabalharam e trabalham constantemente para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de vacinas para a prevenção da doença.

Apesar de a Ciência brasileira não ter tido o apoio necessário, na formação de cientistas, no fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação, incluindo dificuldades na aquisição e insumos e equipamentos, houve avanços importantes, graças à energia e aos esforços dos/as cientistas brasileiros/as.

A obra “Biologia Atual: Ciência em Foco” foi concebida diante artigos científicos especialmente selecionados por pesquisadores da área.

Os conteúdos apresentam considerações pertinentes sobre os temas abordados diante o meio de pesquisa e/ou objeto de estudo. Desta forma, esta publicação tem como um dos objetivos, garantir a reunião e visibilidade destes conteúdos científicos por meio de um canal de comunicação preferível de muitos leitores.

Este e-book conta com trabalhos científicos da área de Biologia, aliados às temáticas das práticas ligadas a a inovação e aspectos que buscam contabilizar com as contribuições de diversos autores. É possível verificar a utilização das metodologias de pesquisa aplicadas, assim como uma variedade de objetos de estudo.

SUMÁRIO

Capítulo 1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS INFECÇÕES DE SÍTIO CIRÚRGICO EM UM HOSPITAL DE ENSINO DA ZONA NORTE DO ESTADO DO CEARÁ Antonio Neudimar Bastos Costa; Eline de Vasconcelos Barbalho; Ana Kelvia Araújo Arcanjo; Estevam Ferreira da Ponte Neto; Elaine Cristina Bezerra Bastos	9
Capítulo 2 BIOPLÁSTICOS: UTOPIA OU REALIDADE? Eloísa Frigo de Campos; Ana Clara Brudzinski Gatto; Bruna Luz de Oliveira; Gabriel Mathias Carneiro Leão	18
Capítulo 3 TEMÁTICA AMBIENTAL E A GESTÃO DEMOCRÁTICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL DE UMA ESCOLA MUNICIPAL DA PREFEITURA DE BAURU/SP Flávia Fernanda Fregati	37
Capítulo 4 ENSINO DE CIÊNCIAS NA ERA DA PÓS-VERDADE: UM ENSAIO SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DE GASTON BACHELARD Daniella Maria Coelho de Britto; Irene Cristina de Mello	62
Capítulo 5 PERDA DA BIODIVERSIDADE E O SURGIMENTO DE DOENÇAS: UM PANORAMA DAS PRODUÇÕES NACIONAIS NA ÚLTIMA DÉCADA Lázaro Araújo Santos; Thais Marques da Silva	74

Capítulo 6 QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES EM EXTRATO DE ERVA-MATE (ILEX PARAGUARIENSIS) MICROENCAPSULADO COM MALTODEXTRINA POR SPRAY DRYER Maiara Zanoelo; Edimir Andrade Pereira	83
Capítulo 7 NANISMO EM MACHOS NÃO É REGRA EM ARANHAS OONOPIDAE (ARTHROPODA, ARACHNIDA) José Augusto Roxinol; Eduardo Costantin	100
Capítulo 8 POLIMORFISMOS DE NUCLEOTÍDEO SIMPLES NA VARIANTE INT4 DO GENE SLC11A1 AO RISCO DE SUSCETIBILIDADE PARA A TUBERCULOSE: REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE Karolayne Silva Souza; Milena Roberta Freire da Silva; Kátia Cilene da Silva Félix	109
Biografias CURRÍCULOS DOS AUTORES	113

Capítulo 1

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS INFECÇÕES
DE SÍTIO CIRÚRGICO EM UM HOSPITAL DE
ENSINO DA ZONA NORTE DO ESTADO DO
CEARÁ**

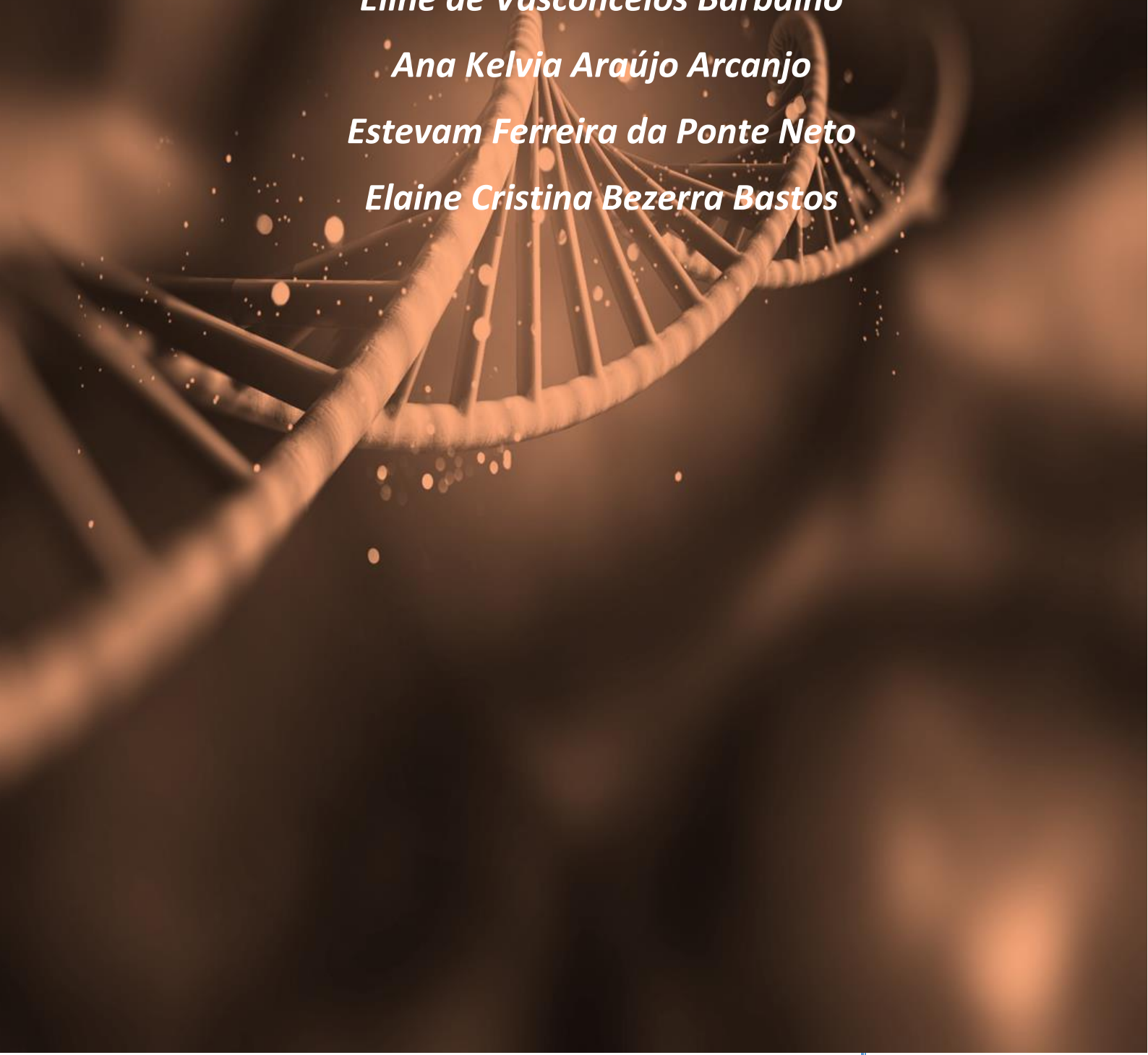
Antonio Neudimar Bastos Costa

Eline de Vasconcelos Barbalho

Ana Kelvia Araújo Arcanjo

Estevam Ferreira da Ponte Neto

Elaine Cristina Bezerra Bastos



ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS INFECÇÕES DE SÍTIO CIRÚRGICO EM UM HOSPITAL DE ENSINO DA ZONA NORTE DO ESTADO DO CEARÁ

Antonio Neudimar Bastos Costa

*Farmacêutico Hospitalar da Santa Casa de Misericórdia de Sobral. Especialista em
Gestão de Farmácia Hospitalar.*

Eline de Vasconcelos Barbalho

Farmacêutica Bioquímica do Hemoce-Sobral. Especialista em Imunohematologia.

Ana Kелvia Araújo Arcanjo

Farmacêutica Bioquímica. Mestre em Ciências da Saúde – UFC.

Estevam Ferreira da Ponte Neto

*Farmacêutico Bioquímico. Coordenador da Assistência Farmacêutica do Município
de Sobral.*

Elaine Cristina Bezerra Bastos

*Enfermeira Coordenadora da Comissão de Controle de Infecções Relacionadas à
Saúde. Mestranda em Ciências da Saúde – UFC.*

RESUMO: De acordo com o Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos, as infecção de sítio cirúrgico pode se manifestar até 30 dias após a cirurgia, ou mesmo um ano mais tarde, quando trata-se de prótese implantada. Objetivo: Identificar os microorganismos responsáveis pelas infecções de sítio cirúrgico ocorridas em um hospital de ensino da zona norte do Estado do Ceará no ano de 2018. Materiais e métodos: Para a condução deste estudo utilizou-se de uma pesquisa de caráter descritivo-documental com abordagem quantitativa. A população considerada no estudo foi constituída pelos casos de ISC laboratorialmente confirmados no ano de 2018 e notificados pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar. Resultados e discussão: No ano de 2018 foram realizadas 5.404 cirurgias no hospital de diferentes especialidades, são ela, ortopédica, oncológica, neurológica, geral e cesariana. Desse total, 30 pacientes evoluíram com ISC laboratorialmente confirmadas. Sendo o

Acinetobacter baumannii foi a bactéria mais prevalente com 8 (26,7%) seguida por *Pseudomonas aeruginosa* 5 (16,7%). Conclusão: A bactéria mais prevalente foi o *Acinetobacter baumannii* e a resistência foi identificada nas bactérias gram-negativas responsáveis pelas infecções das incisões cirúrgicas. Dessa forma, é fundamentalmente essencial conhecer a epidemiologia local das ISC, e a partir disso, trabalhar de maneira integrada com a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar para a elaboração de esquemas terapêuticos adequados e direcionados, além de programar e controlar a realização das medidas prevenção da transmissão.

PALAVRAS-CHAVES: Infecção da ferida operatória. Vigilância epidemiológica. Fatores de risco.

ABSTRACT: According to the US Centers for Disease Control, surgical site infections can manifest up to 30 days after surgery, or even a year later, when it comes to implanted prostheses. Objective: To identify the microorganisms responsible for surgical site infections that occurred in a teaching hospital in the northern part of the State of Ceará in 2018. Materials and methods: To conduct this study, a descriptive-documentary research was used with quantitative approach. The population considered in the study consisted of cases of SSI laboratory confirmed in 2018 and notified by the Hospital Infection Control Commission. Results and discussion: In 2018, 5,404 surgeries were performed at the hospital in different specialties, namely, orthopedic, oncology, neurological, general and cesarean. Of this total, 30 patients evolved with laboratory-confirmed SSI. *Acinetobacter baumannii* was the most prevalent bacterium with 8 (26.7%) followed by *Pseudomonas aeruginosa* 5 (16.7%). Conclusion: The most prevalent bacterium was *Acinetobacter baumannii* and resistance was identified in gram-negative bacteria responsible for infections in surgical incisions. Thus, it is fundamentally essential to know the local epidemiology of SSI, and from there, work in an integrated manner with the Hospital Infection Control Commission to develop appropriate and targeted therapeutic schemes, in addition to programming and controlling the implementation of prevention measures of the transmission.

KEYWORDS: Surgical wound infection. Epidemiological surveillance. Risk factors.

INTRODUÇÃO

O crescente número de intervenções cirúrgicas na assistência à saúde reflete o aumento das doenças cardiovasculares, neoplasias e traumas, decorrentes da elevação da expectativa de vida e da violência. Estima-se que sejam realizadas entre 187 e 281 milhões de cirurgias de grande porte anualmente, equivalendo a uma cirurgia para cada 25 seres humanos, tendo o aperfeiçoamento das técnicas cirúrgicas contribuído para este montante (BRASIL a, 2017).

Entre as principais infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS), a infecção de sítio cirúrgico (ISC) pode ser compreendida como a entrada, o estabelecimento e a multiplicação do patógeno na incisão cirúrgica. As Infecções do Sítio Cirúrgico (ISC) são as complicações mais comuns decorrentes do ato cirúrgico, que ocorrem no pós-operatório em cerca de 3 a 20% dos procedimentos realizados, tendo um impacto significativo na morbidade e mortalidade do paciente.

De acordo com o Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos, a ISC pode se manifestar até 30 dias após a cirurgia, ou mesmo um ano mais tarde, quando trata-se de prótese implantada (SANTOS et al., 2016). No Brasil, as ISC permanecem na atualidade como um dos principais riscos a segurança do paciente nos serviços de saúde. Segundo pesquisas realizadas no âmbito nacional, a ocorrência das ISC ocupa a terceira posição entre as IRAS, equivalendo 14% a 16% das infecções encontradas em pacientes hospitalizados (BRASIL, 2016).

No entanto, as ISC podem ser evitadas através da adoção de medidas de controle que atuem na prevenção dessas infecções (CARVALHO, 2014). A antibioticoterapia profilática correta, por exemplo, é considerada uma estratégia importante na prevenção das ISC. Contudo, na atualidade, muitas bactérias presentes no ambiente hospitalar tornaram-se resistentes à maioria dos antibióticos, aumentando os custos do hospital, assim como prejudicando a recuperação do paciente (BRASIL, 2017).

Diante desse contexto, é fundamental o controle e a prevenção da disseminação da resistência microbiana aos antimicrobianos pelos serviços de saúde a fim de reduzir a taxa de infecção das feridas cirúrgicas (MURTA et al., 2015).

OBJETIVO

Identificar os microorganismos responsáveis pelas infecções de sítio cirúrgico ocorridas em um hospital de ensino da zona norte do Estado do Ceará no ano de 2018.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a condução deste estudo utilizou-se de uma pesquisa de caráter descritivo-documental com abordagem quantitativa. Pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.). Pesquisa descritiva - descreve as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento. Pesquisa documental - quando elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico (HOCHMAN et al., 2005).

A população considerada no estudo foi constituída pelos casos de ISC laboratorialmente confirmados no ano de 2018 e notificados pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar. O campo de investigação foi a Santa Casa de Misericórdia de Sobral no estado do Ceará, especificamente no setor de Comissão de Controle de Infecção Hospitalar. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Estadual Vale do Acaraú com o número 3.196.731. Ressalta-se que os materiais biológicos dos pacientes acometidos pelas IRAS foram analisados no Laboratório de Microbiologia da instituição. Os microrganismos foram identificados no VITEK® e a determinação da resistência bacteriana foi feita pelo método de difusão em discos segundo padronização do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2018 foram realizadas 5.404 cirurgias no hospital de diferentes especialidades, são elas, ortopédica, oncológica, neurológica, geral e cesariana. Desse total, 30 pacientes evoluíram com ISC laboratorialmente confirmadas em culturas de secreção de ferida.

Verificou-se que entre os microrganismos, não foi identificado nenhum fungo somente bactérias. O *Acinetobacter baumannii* foi a bactéria mais prevalente com 8

(26,7%) seguida por *Pseudomonas aeruginosa* 5 (16,7%). Além desses, *Escherichia coli* 4 (13,3%), *Klebsiella pneumoniae* 4 (13,3%), *Staphylococcus aureus* 2 (6,7%), *Providencia stuartii* 2 (6,7%), *Proteus mirabilis* 2 (6,7%), *Enterococcus faecalis* 1 (3,3%), *Staphylococcus haemolyticus* 1 (3,3%) e *Staphylococcus epidermidis* 1 (3,3%). Dessa maneira, observou-se que o principal microrganismo nas infecções das feridas cirúrgicas foram as bactérias gram-negativas, que possuem uma tendência à resistência à terapia empregada.

Acinetobacter baumannii é um patógeno oportunista que causa IRAS, com altas taxas de morbimortalidade, comumente associado a surtos de infecções nosocomiais. Este microrganismo é intrinsecamente resistente a vários antimicrobianos, sendo que o mecanismo mais comum de resistência aos carbapenêmicos é a degradação enzimática por carbapenemases, como as oxacilinases (BRITO, 2018).

A resistência de bactérias aos antibióticos e outras drogas antimicrobianas é um fenômeno natural e de pressão seletiva, mas que devido ao seu uso indiscriminado e recorrente, tornou-se um problema de saúde pública mundial (OLIVEIRA, 2016). No Brasil, foram identificados isolados de *A. baumannii* resistentes em várias cidades, como Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG), Porto Alegre (RS), Blumenau (SC), Curitiba (PR), São Luiz (MA) e Salvador (BA), além de outros países da América Latina, como Colômbia (FERREIRA et al., 2011).

Dentre os mecanismos de resistência, destacam-se a reduzida permeabilidade da membrana externa bacteriana, perda de porinas, alteração nos sítios de ligação dos antibióticos, hiperexpressão de bombas de efluxo e produção de β -lactamase. Existem relatos que o mecanismo mais comum de resistência às drogas é a capacidade de algumas bactérias em hidrolisar β -lactamases, incluindo metalo- β -lactamases de classe B e oxacilinases (carbapenemases de classe D) (SOARES et al., 2012).

Foram classificadas como multirresistentes 12 bactérias gram negativas, nenhuma resistência foi identificada entre as gram positivas. As bactérias resistentes foram: *Acinetobacter baumannii* (5), *Klebsiella pneumoniae* (3), *Proteus mirabilis* (2) e *Pseudomonas aeruginosa* (2). Estudos tem demonstrado um importante aumento da resistência bacteriana entre bacilos gram-negativos (SANTOS et al., 2016). A maioria das infecções foi constatada em cirurgias gerais (10) e neurológicas (10).

A resistência das diversas espécies bacterianas aos antimicrobianos pode variar entre países, regiões e de acordo com a origem do microrganismo, que pode ser hospitalar ou comunitária e pode ser um fenômeno genético ou não. Os fenômenos genéticos estão relacionados com a existência de genes ou elementos móveis (plasmídeos, transposons e integrons) presentes nos microrganismos, que codificam diferentes mecanismos bioquímicos impedindo a ação das drogas sendo conhecido como resistência adquirida (CHROMA; KOLAR, 2010).

Há três principais formas estratégicas que os microrganismos podem desenvolver resistência às drogas: 1) produzindo uma enzima que destrua o antimicrobiano; 2) alterando o alvo molecular de ligação do antimicrobiano; 3) evitando a chegada do antimicrobiano ao alvo (através de bombas de efluxo ou permeabilidade de membrana). De forma geral, após o microrganismo encontrar a sua melhor estratégia, os novos genes que conferem resistência, são disseminados entre aqueles de sua espécie e até mesmo para microrganismos de outras espécies, caso o gene esteja localizado dentro de um elemento móvel como o plasmídeo. Em bactérias Gram-negativas o mais comum é uma combinação das estratégias 1 (através da produção de enzima) e 3 (bomba de efluxo ou permeabilidade de membrana) (OLIVEIRA, 2016).

CONCLUSÃO

A bactéria mais prevalente foi o *Acinetobacter baumannii* e a resistência foi identificada nas bactérias gram-negativas responsáveis pelas infecções das incisões cirúrgicas. Dessa forma, é fundamentalmente essencial conhecer a epidemiologia local das ISC, e a partir disso, trabalhar de maneira integrada com a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar para a elaboração de esquemas terapêuticos adequados e direcionados, além de programar e controlar a realização das medidas prevenção da transmissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Boletim de Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde nº 14: Avaliação dos indicadores nacionais das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) e Resistência microbiana do ano de 2015**. Brasília, dezembro, 2016.

BRASIL b. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diretriz Nacional para Elaboração de Programa de Gerenciamento do Uso de Antimicrobianos em Serviços de Saúde**. Brasília, dezembro, 2017.

CARVALHO, R. L. R. **Fatores de risco pra ifecção de sítio Cirúrgico em procedimentosgerisem um hospital publico de Belo Horiznte, Minas Gerais –um estudo de incidência**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado) –Curso de Enfermagem. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014.

MURTA, A. R.; ABREU JR, N. B.; OLIVEIRA, L. S.; REIS, E. C. C.; VALENTE, F. L.; GONÇALVES, G. P.; ELEOTÉRIO, R. B.; BORGES, A. P.B. Perfil epidemiológico e análise microbiológica da infecção de sítio cirúrgico em pacientes humanos e animais de companhia. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 35, n. 7, p. 652-658, July 2015.

SANTOS, W. B.; ARAUJO, M. G. S.; SILVA, J. C.; BERNARDO, T. H. L.; BASTOS, M. L. A.; VERÍSSIMO, R. C. S. S. Microbiota infectante de feridas cirúrgicas: análise da produção científica nacional e internacional. **Revista SOBECC**, 21(1): 46-51, 2016.

Brasil a. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Medidas de Prevenção de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. Brasília: Anvisa, 2017.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F.X.; OLIVEIRA FILHO, R.S.; FERREIRA, L.M. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirurgica Brasileira**; v. 20, Suppl. 2: p. 02 - 09. 2005.

BRITO, I.L.P. **Diversidade genômica de isolados nosocomiais de *Acinetobacter baumannii* multirresistentes produtores de carbapenemases em hospitais de ensino do ceará**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Camcpus de Sobral, Programa de Pós-graduação de Ciências da Saúde, Sobral, 2018.

OLIVEIRA, D.V. **Análise e caracterização de isolados ambientais da família enterobacteriaceae quanto à presença de genes de resistência a β - lactâmicos**.

Dissertação de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016.

FERREIRA, A.E. et al. Presence of OXA-23-producing isolates of *Acinetobacter baumannii* in wastewater from hospitals in Southern Brazil. **Microb Drug Resist**, v. 17, n. 2, p. 221-227, 2011.

SOARES, G.M. et al. Mechanisms of action of systemic antibiotic used in periodontal treatment and mechanisms of bacterial resist anceto these drugs. **J. Appl. Oral. Sci.**, v. 20, n. 3, p. 295-309, 2012.

CHROMA, M.; KOLAR, M. Genetic methods for detection of antibiotic resistance: Focus on extended spectrum β -lactamases. **Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky**. v. 154, n. 4, p.289–296, 2010.

Capítulo 2

BIOPLÁSTICOS: UTOPIA OU REALIDADE?

Eloísa Frigo de Campos

Ana Clara Brudzinski Gatto

Bruna Luz de Oliveira

Gabriel Mathias Carneiro Leão



BIOPLÁSTICOS: UTOPIA OU REALIDADE?

Eloísa Frigo de Campos

Técnica em Petróleo e gás pelo Instituto Federal do Paraná. Graduanda em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas.

elofrcampos@gmail.com

Ana Clara Brudzinski Gatto

Técnica em Petróleo e gás pelo Instituto Federal do Paraná.

anaclara.bdzgatto@gmail.com

Bruna Luz de Oliveira

Técnica em Petróleo e gás pelo Instituto Federal do Paraná. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná.

bruna15.ldo@gmail.com

Gabriel Mathias Carneiro Leão

Docente do Instituto Federal do Paraná. Biólogo, Doutor em Biologia Celular pela Universidade Federal do Paraná. gabriel.leao@ifpr.edu.br

RESUMO

Um dos primeiros registros da utilização de polímeros naturais como matéria-prima é do século XV, quando a seiva de *Hevea brasiliensis*, conhecida popularmente como seringueira, era extraída e utilizada na produção de látex. Atualmente, os polímeros são utilizados em larga escala e podem ser fabricados a partir de diversas matérias primas. No Brasil, em 2017, foram geradas diariamente aproximadamente 21153 toneladas de embalagens plásticas provenientes de polímeros, a maior parte derivada do petróleo. O uso indiscriminado e ausência de políticas de descarte apropriado resultaram na contaminação de todos os mares do mundo por partículas plásticas. Na constituição desses plásticos estão presentes compostos que podem prejudicar a saúde e contaminar o meio ambiente. O dano causado à biosfera é imensurável, acarretando problemas como a bioacumulação em seres vivos e a formação de ilhas

de lixo, que podem provocar inúmeras doenças e infecções, assim como a morte de seres vivos de diversas espécies. Ainda, é importante ressaltar que as reservas petrolíferas são finitas e constituem fontes não renováveis. Diante desse panorama, é imprescindível a pesquisa de novos materiais para substituição dos plásticos. Os bioplásticos, que podem ser produzidos a partir de fontes renováveis e possuir características biodegradáveis, se apresentam como substitutos potenciais para o futuro. Mesmo com baixa representatividade no mercado atual de produção de plásticos (cerca de 1% do total), os bioplásticos possuem a maior porcentagem de crescimento neste setor. Por apresentarem a possibilidade de serem fabricados a partir de matérias-primas renováveis, como plantas ou outros compostos biológicos, sua cadeia produtiva causa menor impacto ao meio ambiente comparado aos plásticos convencionais de origem fóssil. Contudo, ainda que os bioplásticos apresentem benefícios ambientais em comparação aos plásticos de origem fóssil, ainda é necessário a discussão sobre a viabilidade econômica e de produção para a efetiva inserção deste material no mercado. O presente trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do uso de diferentes bioplásticos e será estruturado a partir de uma compilação de dados proveniente de extensa revisão bibliográfica.

Palavras-chave: petróleo; plástico verde; plástico vegetal; biomateriais; meio ambiente.

ABSTRACT

One of the first records of the use of natural polymers as raw material dates back to the 15th century, when the sap of *Hevea brasiliensis*, popularly known as rubber trees, were extracted and used in the production of latex. Nowadays, the polymers are used on a large scale and can be manufactured from various raw materials. In Brazil, in 2017, approximately 21153 tons of plastic packaging were generated daily, mostly derived from petroleum. Indiscriminate use and the absence of proper disposal policies have resulted in the contamination of all the world's seas by plastic particles. These plastics are made up of compost that can harm health and contaminate the environment. The damage caused to the biosphere causes problems such as bioaccumulation in living beings and the formation of trash islands in oceans, which can cause countless diseases and infections, as well as the death of living beings of different species. Yet, it is important to emphasize that the oil reserves are finite and non-renewable energetic fonts. Be that as it may, it is essential to research new materials to replace plastics. Bioplastics, which can be produced from renewable sources and have biodegradable characteristics, presented themselves as potential substitutes for the future. Even with low representation in the current plastics production market (about 1% of the total), bioplastics have the highest percentage of growth in this sector. For presenting the possibility of being manufactured by renewable raw materials, such as plants or other biological components, their production chain causes less impact on the environment compared to the conventional plastics of fossil

origin. However, even though bioplastics have environmental benefits compared to fossil origin, it is still necessary to discuss the economic and production viability for an effective feasibility insertion of this material in the market. The present work aims to analyze the feasibility of using different bioplastics and was structured from a compilation of data from an extensive literature review.

Keywords: oil; green plastic; vegetable plastic; biomaterials; environment.

1. INTRODUÇÃO

Somente em 2017, cerca de 348 milhões de toneladas de polímeros plásticos foram produzidas no planeta. Nesse mesmo ano, o Brasil produziu cerca de 21.153 toneladas de embalagens plásticas por dia. Plásticos derivados de petróleo contêm em sua composição hidrocarbonetos, que apresentam a predisposição a problemas como a bioacumulação, contaminando o meio ambiente e prejudicando os seres vivos. Deve-se considerar, também, os danos causados pela exploração e extração do petróleo, além do constante risco de acidentes que podem acarretar impactos ambientais significativos e irreversíveis (VELHO, 2015).

Nesse contexto, os bioplásticos, produzidos a partir de plantas ou outras fontes biológicas, representam uma alternativa para o uso de petróleo na produção de plásticos. Por serem provenientes de fontes renováveis e com grande capacidade de decomposição, os impactos ao meio ambiente são menores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Histórico do petróleo

Existem registros e estudos arqueológicos que demonstram que o petróleo é utilizado há quase seis mil anos. Desde a Antiguidade, árabes, egípcios, mesopotâmicos e chineses empregavam o petróleo para pavimentação de estradas, calafetação de grandes construções, aquecimento e iluminação de casas, lubrificação e até como substância laxativa (CABRAL, 2003).

A história da indústria petrolífera moderna está diretamente relacionada ao início

do refino de petróleo para a obtenção de produtos derivados. Em 1849, na Escócia, James Young criou um método de destilação utilizado primeiramente para obter querosene a partir do óleo de carvão. O método, aplicado com o petróleo, resultou em um querosene de maior qualidade (GOMES, 2009).

O petróleo acabou conquistando o mercado e direcionando os processos produtivos do setor devido ao baixo custo e fácil obtenção (ENCARNAÇÃO, 2007). Com o passar do tempo, grandes investimentos no desenvolvimento de pesquisas na área petroquímica acarretaram uma expansão de aplicações dos subprodutos no mercado, antes restritas ao aproveitamento de apenas algumas frações do petróleo, e novos produtos passaram a ser comercializados (ALMEIDA, 2012).

Os derivados mais conhecidos, de acordo a ANEEL (2008), são o gás liquefeito (GLP, ou gás de cozinha), gasolina, nafta, óleo diesel, querosene de aviação e de iluminação, óleo combustível, asfalto, lubrificante, combustível marítimo, solventes, parafinas e coque de petróleo.

A nafta, quando decomposta, gera eteno, propeno e aromáticos, os quais são utilizados na produção de polímeros, isto é, resinas plásticas. Esse material é utilizado como insumo industrial para a produção de diversos materiais plásticos de origem fóssil que estão presentes em nossa rotina. Segundo a Agência Nacional do Petróleo (2019), esse derivado ocupou cerca de 28,9% da produção de derivados não energéticos, ou 3,743% do total de derivados no ano de 2018.

2.2. Plásticos

Os plásticos pertencem ao grupo dos polímeros que, por sua vez, são constituídos por moléculas menores denominadas monômeros (MIRANDA, 2010). Atualmente, os plásticos são uma classe de materiais de extrema importância, presentes em praticamente todos os ramos da sociedade, como na indústria, construção ou utensílios domésticos (DIAS, 2016; PIATTI & RODRIGUES, 2005).

Há diversas formas de classificar os plásticos, sendo que uma das principais é de acordo com sua duração. Os descartáveis são aqueles que possuem sua vida útil média em torno de algumas semanas, alcançando no máximo seis meses. São exemplos de bens descartáveis os produtos de embalagens, brinquedos, escovas de dente, artigos cirúrgicos, pilhas, canudos, fraldas e jornais. Já os duráveis são aqueles que podem ser usados durante longos períodos, por exemplo, os eletrodomésticos,

automóveis e máquinas.

Outra divisão é conforme seu comportamento mecânico, e existem três classes principais: os elastômeros, as fibras e os plásticos. Os elastômeros são aqueles que podem ser deformados reversivelmente, ou seja, apresentam propriedades elásticas; as fibras são aquelas que apresentam uma maior resistência a deformações; enquanto os plásticos possuem propriedades mecânicas intermediárias entre os citados anteriormente.

Por último, há dois grupos de acordo com o processo tecnológico de preparação e o comportamento durante o aquecimento, os termoplásticos e os termorrígidos:

Termoplástico - material polimérico que possui capacidade de amolecer e fluir quando aquecido, podendo ser moldado no formato desejado. Essa alteração é uma transformação física e reversível.
Termorrígido - são produtos de polimerização em que ocorre formação de ligação cruzada entre cadeias, tornando-os rígidos, fenômeno conhecido como "cura". Após a cura tornam-se infusíveis, insolúveis e não recicláveis (PIATTI & RODRIGUES, 2005).

Os plásticos flexíveis (termoplásticos) correspondem a cerca de 80% dos plásticos consumidos no país e se enquadram nas categorias: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, entre outros. Os plásticos rígidos (termorrígidos) são utilizados, por exemplo, em lentes de óculos e em utensílios domésticos e representam aproximadamente 20% do total. Três exemplos de plásticos rígidos são: PU, EVA e EPS.

2.3. Impactos ambientais do petróleo

O petróleo constitui a principal fonte de energia das sociedades atuais, como também é matéria-prima essencial para inúmeros bens de consumo rotineiros. Além disso, o combustível fóssil tornou-se fundamental para o desenvolvimento da sociedade como a conhecemos, movimentando a economia em diversos setores (GONÇALVES et al., 2011). Com a grande abrangência da aplicabilidade do petróleo e seus derivados fortemente presentes em nosso cotidiano, é imprescindível ressaltar os impactos ambientais decorrentes de sua utilização.

A NBR ISO 14.001 define impacto ambiental como qualquer modificação no meio ambiente, adversa ou benéfica, total ou parcial, resultante dos aspectos ambientais de uma organização, sendo aspectos ambientais elementos das atividades, produtos ou

serviços de uma organização, que interage ou pode interagir com o meio ambiente (ABNT, 2015). Já o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução nº 001/86, define impacto ambiental como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 2010).

Para efeito deste trabalho, o aspecto primordial na concepção de impacto ambiental será a ação antropológica. Desse modo, os impactos de produção e uso dos bioplásticos têm base industrial e posterior ação humana em relação à utilização no cotidiano, assim como seu devido descarte.

No segmento de exploração do petróleo em águas profundas, conhecido como *Offshore*, os principais impactos ambientais envolvem corpos hídricos, tanto quantitativamente quanto qualitativamente, podendo ser citados os riscos de acidentes e derramamentos de óleo; vazamentos; catástrofes; desastres ecológicos; poluição ambiental; degradação ambiental; desmatamento; impactos sobre ecossistemas marinhos e terrestres; potencial poluidor de praias, costões rochosos, manguezais, águas oceânicas, rios; poluição do ar; estresse ambiental; alteração dos ecossistemas vizinhos; mudanças no ecossistema marinho/costeiro; super exploração de recursos naturais; impactos na colocação de dutos; pesquisas sísmicas; riscos de vida; introdução de espécies exóticas; extinção de espécies; destruição da fauna aquática em caso de derramamento de óleo; esgotamento de jazidas; consumo e captação desordenada de água; lançamento de resíduos; aumento do esgoto; mananciais aterrados; pressão sobre o ambiente natural e sobre outros recursos naturais (SILVA et. al., 2013).

Já na parcela da exploração do recurso que corresponde às reservas terrestres (produção *Onshore*), cabe ressaltar um notável impacto ambiental referente à contaminação da água injetada nos poços para melhorar a produção (GURGEL et al., 2013). Tais águas apresentam, em geral, altos teores de descontaminantes tóxicos, produtos químicos adicionados durante a injeção, além de uma complexa mistura de complexos orgânicos e inorgânicos, dependendo do campo petrolífero (ASSUNÇÃO et al., 2018). Assim sendo, em função dos enormes danos ambientais causados, a Resolução nº 357/05 do CONAMA estipula níveis aceitáveis de hidrocarbonetos e

outros contaminantes para o descarte de águas utilizadas no processo de extração do petróleo. O artigo 24 estabelece o limite de 20mg/l por dia como a concentração padrão para o lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

Além disso, é ainda necessário dimensionar os impactos ambientais causados pelos subprodutos derivados do refino do petróleo, que estão presentes em larga escala mundial no cotidiano do século XXI.

2.4. Impactos ambientais dos plásticos

Os plásticos se configuraram no cenário mundial como material em crescente ascensão em razão de sua durabilidade, proveniente de sua estabilidade estrutural, que lhe possibilita resistência a diversos tipos de degradação (fotodegradação, quimiodegradação, biodegradação). Porém, tal característica física torna-se um problema ao analisar o prejuízo do tempo de decomposição aos ambientes nos quais esses materiais estão inseridos (PIATTI & RODRIGUES, 2005).

Nos últimos 50 anos, a produção de materiais sintéticos derivados do petróleo aumentou significativamente, levando a uma mudança na quantidade e qualidade do lixo produzido mundialmente (ARAÚJO & COSTA, 2003).

Estima-se que no mundo inteiro cerca de 8,9 bilhões de toneladas de plásticos foram produzidas desde 1950, sendo que apenas 29% desses ainda estão em uso. Dentre os outros 71%, isto é, cerca de 6,3 bilhões de toneladas de polímeros, a maioria foi descartada em aterros sanitários ou diretamente na natureza, já que apenas uma pequena minoria de 600 milhões de toneladas chegou a ser reciclada (GEYER et al., 2017). Além disso, é notável a curva elevada de produção dos plásticos com o passar das décadas, visto que, segundo a federação europeia PlasticsEurope, no ano de 2017, foram 348 milhões de toneladas de polímeros plásticos produzidos no planeta. Nesse mesmo ano, no Brasil, gerou-se aproximadamente 21.153 toneladas por dia de embalagens plásticas (ABRELPE, 2018).

Ainda podemos ressaltar que a elevada produção não condiz com a demanda populacional, já que a proporção não se mantém constante. No Brasil, no início do ano 2000, a produção média diária de lixo aumentou de 0,5 para 1,2 kg por pessoa nas

capitais, e o consumo de embalagens de alimentos cresceu mais de 100%. Considerando que a maioria da população mundial vive em áreas costeiras e em até 100km da costa, o volume do lixo cresce consoante à concentração demográfica, assim como o descarte incorreto dessas embalagens plásticas que acabam chegando à rede hidrográfica, seja por meio de ventos e enxurradas ou por lançamentos diretos (ARAÚJO & COSTA, 2003).

Em uma escala global, os plásticos não biodegradáveis representam 73% de todo o lixo do ambiente aquático (BERGMANN et al., 2017). Dentre os malefícios causados por esse desperdício e acúmulo plástico no meio ambiente incluem-se grandes prejuízos econômicos, como os gastos de coleta e redução do turismo. (ARAÚJO & COSTA, 2003).

Atualmente, estima-se que a parcela de resíduos plásticos mundial que entra no oceano é cerca de 3%, o que representa 8 milhões de toneladas. Os plásticos visíveis que formam tapetes flutuantes nos mares do planeta, contudo, são estimados em uma quantidade entre dezenas e centenas de milhares de toneladas, o que não chega nem perto do total de 8 milhões (RITCHIE, 2019).

Esse assunto é usualmente tratado como “o problema do plástico perdido”, e uma das hipóteses mais aceitas para sua solução é de que os raios ultravioletas (UV), combinados à força mecânica das ondas, quebram as moléculas plásticas em fragmentos cada vez menores, formando assim os micros e nanoplásticos, que são mais facilmente incorporados pelos organismos aquáticos (RITCHIE, 2019).

Os microplásticos são definidos como partículas plásticas de tamanho inferior a 5mm, e podem ser divididos em dois tipos: os primários, que são liberados no ambiente como pequenas partículas; e os secundários, os quais resultam da degradação de objetos maiores (VILLA & GALLO-CORREDOR, 2016).

Os fragmentos microscópicos, potencialmente ingeridos por peixes e outros animais, podem ocasionar bloqueio intestinal, limitando a ingestão de alimentos. Além disso, pode expor os organismos aos efeitos de contaminação presentes nos próprios componentes químicos do plástico, ou pela contaminação devida à própria capacidade dos microplásticos de absorção de poluentes (ALVAREZ et al., 2020). Há também os nanoplásticos, com dimensões na escala de nanômetros (menores que 1 milésimo de milímetro), e já existem registros de que podem entrar na corrente sanguínea e atingir órgãos como fígado, rins e cérebro (JONES, 2019).

Em relação aos macroplásticos, um estudo de Lebreton, Egger e Slat (2019) comprova que os macroplásticos podem persistir por décadas, sendo enterrados e recapeados ao longo de linhas costeiras e acabando em regiões *Offshore* anos depois. O mesmo estudo ainda projeta três possíveis cenários para os oceanos mundiais: 1) O fim da emissão de qualquer tipo de plásticos para os oceanos até 2020; 2) Emissões” de plástico continuam a aumentar até 2020, e então se estabilizam; 3) As emissões continuarão a crescer até 2050 de acordo com a taxa de crescimento histórica.

Pelos resultados de todos os cenários se percebe que, embora macros e microplásticos tenham projeções semelhantes, os microplásticos apresentam uma proporção maior de persistência no meio ambiente em todos os casos.

Diante disso, além da evidente urgência de tomada de medidas para a retirada dos plásticos dos oceanos, torna-se também imprescindível solucionar permanentemente para as gerações futuras esse problema de proporções gigantescas. É nesse cenário que surgem os bioplásticos, como promessa de material funcional, sustentável e um substituto em potencial do plástico convencional.

2.5. Bioplásticos

Os bioplásticos constituem menos de 1% dos 359 milhões de toneladas de plásticos fabricados anualmente no mundo. A expectativa é de que esse número cresça, chegando aos 2,4 milhões de toneladas no ano de 2024 (JONES, 2020). Por serem uma opção mais sustentável e trazerem benefícios ao meio ambiente, os variados tipos deste material estão ganhando cada vez mais espaço no mercado mundial.

Os bioplásticos são polímeros produzidos a partir de fontes renováveis como soja, amido de arroz, milho e cana-de-açúcar. Possuem propriedades e aplicações muito semelhantes aos plásticos convencionais, derivados de frações do petróleo.

É válido ressaltar que, assim como polímeros fósseis, as propriedades físicas dos bioplásticos e sua destinação dependem de fatores como a matéria-prima e o modo de produção. Em vista disso, eles podem ser classificados, por exemplo, como recicláveis, biodegradáveis ou compostáveis. Dentre os inúmeros grupos existentes no mercado atual, os bioplásticos mais comuns são: o Ácido Polilático (PLA), o Polibutileno Adipato Co-Tereftalato (PBAT), o Politereftalato de Etileno (PET), o

Polietileno (PE) e o Poli Succinato de Butileno (PBS) (JONES, 2020).

A European Bioplastics (2018), associação que representa os interesses da indústria de bioplásticos na Europa, apresenta uma classificação que engloba a origem do material e sua degradação: “Um material plástico é definido como bioplástico se ele for derivado de fonte renovável ou biodegradável, ou apresente ambas as propriedades”. Esses dois aspectos que caracterizam o material em questão não são interdependentes, ou seja, um bioplástico não é necessariamente biodegradável, e vice-versa.

No entanto, quanto à classificação como bioplástico, a associação europeia não estipula um percentual mínimo de componentes de fonte renovável na produção desse material. Conseqüentemente, segundo essa classificação, qualquer plástico com um pequeno percentual de matéria-prima renovável pode ser considerado como bioplástico (JONES, 2020).

Os plásticos biodegradáveis são descritos como um material que possui a capacidade de decompor-se naturalmente pela ação dos microrganismos presentes no ambiente, que o convertem em substâncias como dióxido de carbono, água e matéria orgânica. Segundo De Paoli (2009), a escala de tempo na qual ocorre a biodegradação é uma das variáveis mais importantes a serem consideradas e é adequado ser da ordem de semanas ou meses. Essa variável depende de algumas condições adequadas do ambiente como temperatura, umidade, pH e disponibilidade de oxigênio.

No entanto, há limitações quando se trata do alto custo para a produção desses plásticos, como o valor da matéria-prima e o fato de serem geralmente produzidos em pequena escala (SHIMOMOTO, 2016).

Outros plásticos existentes são os chamados plásticos oxibiodegradáveis, compostos de termoplásticos baseados nas poliolefinas, as quais são polímeros frequentemente utilizados no comércio como polietileno, poliestireno e polipropileno. Esses plásticos contêm em sua constituição certos aditivos à base de sais de metais de transição (ferro, níquel, manganês e cobalto) que funcionam como catalisadores, ou seja, agilizam sua degradação em determinadas condições específicas. Após a etapa de degradação com o catalisador (abiótica), esses plásticos passam pela degradação biótica que acontece na presença de microrganismos (DE PAOLI, 2009).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Inicialmente foi realizada uma ampla revisão bibliográfica nas plataformas de banco de dados Science Direct, Scielo Web of Science, Science.gov e Portal de Periódicos da CAPES, utilizando as palavras-chave Bioplásticos, Plástico Vegetal, Plástico Verde, Sustentabilidade, Biomateriais e Biodegradação. Foram selecionados artigos dentro de um recorte temporal de vinte anos (2000 a 2020).

Após selecionar os tipos de bioplásticos a serem analisados, foram estabelecidos os critérios individuais para uma pesquisa mais aprofundada, são eles: matéria prima, tempo de decomposição e vantagens do produto. Ainda, no âmbito geral dos bioplásticos, foram pesquisados aspectos como: características físicas, aplicação industrial e cotidiana e composição química.

Em seguida, a partir de uma pesquisa de exemplares de bioplásticos já produzidos e comercializados, foram designadas 5 matérias primas para comparação em diversos aspectos.

4. ANÁLISE DE DADOS

4.1 Classes de bioplásticos

Os bioplásticos podem ser divididos em 3 grupos: 1) os biodegradáveis, 2) os que têm origem renovável (*biobased*), e 3) aqueles que possuem ambas características. Dentro dessas grandes classes há ainda os diferentes tipos de bioplásticos, que diferem em relação ao uso, viabilidade e produção. Ainda, é importante considerar que mesmo dentro desses tipos há ainda variação na matéria-prima a ser utilizada, o que nos leva a uma extensa gama de diferentes bioplásticos com diferentes utilidades.

4.2 Tipos de bioplásticos

4.2.1 Polímeros de Amido

São polissacarídeos obtidos geralmente um carboidrato derivado de plantas comerciais de larga escala como cana-de-açúcar, milho, mandioca, batata, trigo e beterraba; ou óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma ou outra planta oleaginosa.

Esses bioplásticos podem ser utilizados para fabricar sacos de lixo, sacolas, copos entre outros produtos.

4.2.2 *Polilactatos (PLA)*

Para o processo de produção desse polímero, bactérias produzem o ácido láctico através do processo de fermentação de vegetais ricos em amido, como a beterraba, o milho e a mandioca, gerando um composto de fórmula. Posteriormente, a partir de processos químicos, esse ácido é convertido em plástico, podendo então ser usado como matéria-prima para confecção de embalagens (VENTURA, 2007).

4.2.3 *Biopolietileno*

O biopolietileno é fruto de um processo de polimerização equivalente aos processos já conhecidos, sendo o seu diferencial a obtenção do eteno, produzido por desidratação do etanol da cana-de-açúcar. Ultimamente ele vem sendo usado na área automotiva, cosmética, em brinquedos, higiene e limpeza (PAULO, 2014).

4.2.4 *Polihidroxialcanoato (PHA)*

Tem origem a partir de cepas de bactérias e lixo orgânico. Ele é considerado um material muito flexível, atóxico e biocompatível, isto é, não é rejeitado pelo corpo humano. Por esse motivo, pode ser usado pela medicina para fazer próteses e fios de suturas, além da aplicação mais usual em embalagens plásticas

4.3 Vantagens dos bioplásticos

O mercado de bioplásticos se apresenta como uma possibilidade para os que buscam opções mais sustentáveis, principalmente por criarem uma alternativa aos recursos fósseis. Como consequência, ocorre também a diminuição da dependência do mercado de polímeros dessas fontes petrolíferas.

As fontes renováveis, principais matérias dos bioplásticos, possuem menor impacto ambiental causado com relação a sua origem e ciclo de vida mais curto comparado com fontes fósseis as quais levam milhares de anos para se formar. Para mais, essas fontes produzem um balanço positivo de dióxido de carbono (CO₂), isto

é, ajudam na redução da emissão de alguns gases causadores do efeito estufa (BRITO, 2011).

Dentre os plásticos biodegradáveis, outra vantagem notável em relação ao plástico comum é a menor possibilidade de emissão de toxinas cancerígenas presentes nos plásticos comuns (STIFTUNG, 2020). Os polímeros dessa classe, ao entrarem em contato com um ambiente biologicamente ativo, são convertidos novamente em gás carbônico e água, e encerram o ciclo de vida sem causar impactos ao meio ambiente.

Em virtude de suas características, os bioplásticos se incluem no conceito de sustentabilidade da comissão mundial do meio-ambiente e desenvolvimento (World Commission on Environment and Development - WCED), a qual diz que um desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades (BRITO, 2011).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plástico comum tornou-se um dos principais problemas ambientais deste século em virtude da não conscientização da população sobre o descarte dos dejetos plásticos. Assim, novos movimentos mundiais surgiram para propagação de informações e propostas para a redução do uso desse material. Outro ponto a se considerar é o fato de que as reservas petrolíferas são recursos finitos e suas explorações podem causar impactos ambientais significativos e irreversíveis. É nesse cenário que surgem os bioplásticos, como promessa de material funcional, sustentável e um substituto em potencial do plástico convencional.

O presente trabalho realizou uma revisão bibliográfica com o objetivo geral de analisar a viabilidade do uso de bioplásticos, levando em consideração possíveis impactos ambientais e políticas públicas, sem deixar de lado comparações com plásticos fósseis. Desse modo, os resultados descrevem os principais tipos de bioplásticos existentes, a perspectiva de adoção dos bioplásticos na indústria mundial e nacional, as dificuldades na produção, assim como, as principais legislações relacionadas à produção e comercialização.

Os bioplásticos apresentam vantagens, como o fato de serem oriundos de fontes renováveis, menor adição de toxinas cancerígenas e menor emissão de carbono para a atmosfera. Essas características explicam o crescimento dos bioplásticos no mercado atual de produção de plásticos. Vale ressaltar que esse material possui a maior porcentagem de crescimento neste setor do mercado.

Apesar dos diversos benefícios em comparação ao plástico fóssil, conclui-se, também, que ainda são necessários estudos específicos sobre a viabilidade econômica e de produção para a efetiva inserção deste material no mercado, sem deixar de lado a questão ambiental. Pontos como a durabilidade e o descarte desses materiais devem ser analisados individualmente conforme sua finalidade e utilização. Por fim, observa-se que no Brasil e no mundo novas políticas relacionadas ao fluxo de produção e comércio de plástico estão sendo adotadas, assim como novas legislações.

6. REFERÊNCIAS

ABRELPE. (2018) **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 73**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.

ALMEIDA, D. R. T. de. **A História da Indústria Petrolífera no Brasil e o Ensino de Química**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/6522/1/Diogo%20Romero%20Torres%20de%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2020.

ALVAREZ, L. D. G; DE JESUS, F. B; COSTA, A. P. L; BASTOS, L. E. F; DE SOUZA, D. A. M; DA SILVA, D. G. Efectos de los microplásticos en el medio ambiente: Un macroproblema emergente. **Revista de Ciencia y Tecnología**. Vol. 33, Nº. 1, 2020.

ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica. (2008). **Parte III Fontes não-renováveis: derivados de petróleo**. In **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/49034/mod_resource/content/1/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.

ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2019**. Rio de Janeiro: ANP, 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>>. Acesso em: 20 set. 2020.

ARAÚJO, M. C. B., & COSTA, M. F. **Lixo no ambiente marinho**. Universidade Federal de Pernambuco, PB, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001: Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSUNÇÃO, M. V. D. de, VIEIRA, M. M., & ALMEIDA, M. R. **Fatores influenciadores na produção indesejada da água produzida de petróleo: um estudo na bacia Potiguar/Brasil**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, 2018.

BERGMANN, M., MINE, B., ALFRED, L. G., & KEOHANE, N. Sea change for plastic pollution. **Nature**. Volume 544. April, 2017.

BRASIL. Resolução Conama N° 357, de 17 de março de 2005 (Retificada). **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Disponível em: <<https://direitoambiental.com/resolucao-no-357-de-17-de-marco-de-2005/#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20No%20357%2C%20DE%2017%20DE%20MAR%C3%87O%20DE%202005,-Mauricio%20Fernandes%20mar%C3%A7o&text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20n%C2%BA%20357%2C%20de,efluentes%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs>>. Acesso em: 02 dez. 2020.

Brasileiro. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2013. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/XI-081.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2020.

BRITO, G. F.; AGRAWAL P.; ARAÚJO E. M.; MÉLO T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.6.2. 2011. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biopolimeros-polimeros-biodegradaveis-bioplastico-e-polimeros-verde/>> Acesso em: 15 jan. 2020.

CABRAL, H. R. M. **Petróleo e Gás Natural**. 2003.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986**, Seção 1, páginas 2548-2549. (2010)

DE PAOLI, M. A. **Degradação e Estabilização de Polímeros**. 2ª versão on-line. 2008. Disponível em: <<http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2020.

DIAS, J. de C. **Rotas de destinação dos resíduos plásticos e seus aspectos ambientais: Uma análise da potencialidade da biodegradação**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2016.

ENCARNAÇÃO, A. P. G. **Geração de Biodiesel Pelos Processos de Transesterificação e Hidroesterificação, Uma Avaliação Econômica**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2007.

European Bioplastics. **What are bioplastics? Fact Sheet**. Berlin: 2018. Disponível em: <https://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EuBP_FS_What_are_bioplastics.pdf> Acesso em: 24 ago. 2020.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R. & LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, V. 3, n. 7. julho 2017. Disponível em: <<https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.full>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

GOMES, Marcos F. R. **História Do Petróleo No Brasil: Uma Aplicação Ao Ensino De Química**. Rio de Janeiro. UFRJ/IQ. 2009. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/6423/1/Marcos%20FI%c3%a1vio%20Rocha%20Gomes.pdf>> Acesso em 23 ago. 2020.

GONÇALVES, C; NOVA, R.; ALMEIDA JUNIOR, P. **Impactos ambientais da indústria do petróleo em produção offshore**. Universidade Tiradentes, 2011.

GURGEL, C. A. V.; GALVÃO, M. L. M.; QUEIROZ, G. B.; SANTOS, E. L. S. C. Impactos De Extração Do Petróleo (Óleo E Gás) No Rio Grande Do Norte, Na Região Do Alto Do Rodrigues/Rn. **Holos**, v.3.2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2013.715>>. Acesso em: 04 dez. 2020.

JONES, F. A ameaça dos microplásticos. **Revista Pesquisa FAPESP**, Ed. 281. Julho 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/a-ameaca-dos-microplasticos/>>. Acesso em: 09 ago. 2020.

JONES, F. *A promessa dos bioplásticos*. **Revista Pesquisa FAPESP**, Ed. 290. Abril 2020. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos/>> Acesso em: 11 nov. 2020.

LEBRETON, L., EGGER, M., & SLAT, B. A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. **Nature**. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>>. Acesso em: 22 de ago. 2020.

MIRANDA, J. G. **Era do Plástico**. Rio de Janeiro: FACULDADES INTEGRADAS HÉLIO ALONSO, 2010.

PAULO, H. D. Biopolímeros: uma alternativa favorável. **Temas Atuais em Biologia**. V.2, n.1. 2014. Disponível em: <<http://www.temasbio.ufscar.br/?q=artigos/biopol%C3%ADmeros-uma-alternativa-favor%C3%A1vel>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

PIATTI, T. M. & RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió: EDUFAL (Editora da Universidade Federal de Alagoas), 2005. Disponível em: <http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf> Acesso em: 02 out. 2020.

RITCHIE, H. Where does our plastic accumulate in the ocean and what does that mean for the future? **Our World in Data**. 2019. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/where-does-plastic-accumulate#licence>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SHIMOMOTO, B. M. S. **Degradabilidade de sacolas plásticas**. São Carlos, 2016. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-10012017-111653/?&lang=br>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SILVA, T. E. P., CARVALHO, D. O., SILVA, M. J. P., SANTOS, N. E. S., & COSTA P. P. R. Enxofre: Um Poluente Em Potencial Na Composição Do Óleo Diesel Brasileiro. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2013. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/XI-081.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2020.

STIFTUNG, H. B. **Atlas do Plástico**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://br.boell.org/pt-br/2020/11/29/atlas-do-plastico>>. Acesso em: 22 out. 2020.

VELHO, E. **O Impacto ambiental da extração petrolífera: “Estudo sobre a (re) evolução do Direito Ambiental”**. 2015. Disponível em: <<http://repositorio.uportu.pt/jspui/bitstream/11328/1536/1/TMD%2042.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

VENTURA, R. **Quantificação do ácido lático na fermentação etanólica como parâmetro de monitoramento do processo**. Rio Claro, 2007.

VILLA, R. A. S; GALLO-CORREDOR, J. A. La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. **Journal de Ciencia e Ingeniería**. Vol. 8, No. 1, ago. 2016. Disponível em: <<https://jci.uniautonoma.edu.co/2016/2016-3.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2020.

Capítulo 3

**TEMÁTICA AMBIENTAL E A GESTÃO
DEMOCRÁTICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL DE
UMA ESCOLA MUNICIPAL DA PREFEITURA DE
BAURU/SP**

Flávia Fernanda Fregati



TEMÁTICA AMBIENTAL E A GESTÃO DEMOCRÁTICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL DE UMA ESCOLA MUNICIPAL DA PREFEITURA DE BAURU/SP¹

Flávia Fernanda Fregati

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente (Mestrado e Doutorado) da Universidade de Araraquara (Uniar), Araraquara/SP.

RESUMO

A educação ambiental é componente essencial e permanente da educação nacional e deve estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal, constituindo, dessa forma, um direito do cidadão. Deve ser considerada como atividade-fim, visto que se destina a formar a consciência ecológica para o exercício da cidadania. O espaço escolar deve permitir que todos vivam em condições de qualidade sejam objetos de transformação. O presente estudo procura abordar a prática educativa de cinco professoras da Educação Infantil na Rede Municipal de Bauru/SP voltada à temática ambiental. A metodologia utilizada na pesquisa consistiu na análise da proposta de educação ambiental contida no projeto político-pedagógico da unidade escolar e em entrevistas com roteiro semiestruturado, realizadas com a gestora escolar e com as professoras que desenvolvem práticas sobre o tema. Trata-se de estudo fundamentado em abordagem qualitativa e baseia-se na concepção de educação ambiental como um processo de ensino e aprendizagem voltado à construção e ao exercício da cidadania. Os resultados demonstraram a presença de projetos e atividades em educação ambiental desenvolvidas isoladamente. No entanto, tais resultados apontam a ausência de fundamentos teóricos, conceituais e metodológicos que alicercem o trabalho pedagógico com a temática ambiental na escola.

Palavras-chave: Educação ambiental. Prática pedagógica. Ensino infantil.

¹ Artigo baseado na dissertação de mestrado “Temática ambiental na educação infantil da Prefeitura de Bauru/SP”, de Flávia Fernanda Fregati, para o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente da Universidade de Araraquara (Uniar), Araraquara/SP, sob a orientação da Profa. Dra. Flávia Cristina Sossae, concluída no ano de 2017.

ENVIRONMENTAL TOPICS IN CHILDHOOD EDUCATION ON A MUNICIPAL SCHOOL OF BAURU MUNICIPALITY, SP

ABSTRACT

The environmental education is an essential curricular component of Brazilian national education and must be present, articulated, in all levels and educational modalities, formally and informally, forming, in this way, a citizen's right. This kind of education must be considered a main activity, because it is intended to form environmental conscience for exercise of citizenship; the school environment must allow all to live in decent conditions and to be agents of social transformation. Therefore, this study aims to address Bauru City Education System preschool teachers' educational practices for environmental topics. The methodology used in this research is based in analyze the environmental education proposal within school's political-pedagogic project and interviews with principal and teachers which work with the topic. This study is based on qualitative approach and environmental education conception like a teaching-learning process directed towards citizenship construction and exercise. The result shows existence of environmental education projects and activities developed singly. However, the result suggests theoretical, conceptual, and methodological fundamentals lack to base pedagogical work with environmental themes in school.

Keywords: Environmental education. Pedagogical practice. Early childhood education.

1 INTRODUÇÃO

Com base em sua experiência docente na Rede Municipal de Bauru/SP, a pesquisadora abordou a inserção da temática ambiental em uma escola de Educação Infantil. Nos últimos anos, a problemática ambiental tem levantado questões na sociedade em geral, já que tem relação direta com o destino da humanidade; a busca do equilíbrio ambiental deve levar em consideração os problemas ambientais dentro de um processo contínuo, observando as inter-relações particulares nos contextos sociocultural, político, econômico, ecológico e, por fim, mas não menos importante, também no educacional. Tal discussão precisa desenvolver-se de forma planejada e sustentável no espaço escolar (MILARÉ, 2009).

A escola objeto deste estudo pertence à Rede Municipal de Bauru, é de período parcial e localiza-se no Parque Vista Alegre, na Zona Norte da cidade, atendendo

cerca de 90 alunos, com média de 20 crianças por sala; somente a turma do integral conta com 13 crianças. O bairro onde a escola está instalada tem a peculiaridade de ser uma das regiões mais antigas da cidade e ser bem arborizado.

O intuito da pesquisa é saber como as crianças atendidas pela escola aprendem a temática ambiental, como os docentes tratam das questões ambientais em sua rotina escolar e como o professor estimula a temática e faz seu planejamento das atividades de forma lúdica. Logo, há um desafio ligado à superação da ação pedagógica pautada no senso comum, que nos remete à relação de estudos, práticas e rotina escolar em busca de construção de valores humanos sobre a temática ambiental.

A pesquisa enfatiza questões da prática docente, da proposta curricular e do processo de ensino-aprendizagem que permitam refletir sobre a temática. Teve-se a preocupação em construir uma base de literatura por meio da documentação oficial/legal e bibliográfica sobre o tema; o trabalho de campo deu-se por meio de visitas combinadas com as cinco professoras que manifestaram disponibilidade e interesse em participar.

Na coleta de dados, utilizaram-se os parâmetros de Lüdke e André (1986, p. 2), segundo as quais “esse conhecimento, fruto da curiosidade, da inquietação, da inteligência e da atividade investigativa dos indivíduos, a partir e em continuação do que já foi elaborado”. Para essas autoras, a pesquisa não está situada “acima da esfera de atividades comuns e correntes do ser humano” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 2), o que leva à compreensão de que o estudo realizado, situado no campo de atuação da pesquisadora, mostra diferentes percepções, anteriores e posteriores à pesquisa de campo. A pesquisa fundamenta-se em uma abordagem qualitativa e propõe-se a realizar um levantamento do trabalho pedagógico desenvolvido no âmbito formal da Educação Infantil em questões relativas à educação ambiental.

O processo educacional ocupa um papel central na formação do cidadão, pois tem a incumbência de prepará-lo para viver em sociedade. Dentro dessa concepção, o papel da educação ambiental há de estar voltado à preservação, ao incremento de um bem de natureza social (MILARÉ, 2009). Frente à necessidade premente de transformações para superação das injustiças ambientais e problemas correlatos, a educação ambiental surge no espaço escolar como resposta ao enfrentamento da

crise ambiental, com proposta de mudança de valores, comportamentos e atitudes que levem a uma nova visão sobre a formação do professor de Educação Infantil.

Considerando a criança sujeito histórico e cultural, o educador precisa assenhourear-se dos pressupostos pedagógicos; a criança é sujeito de direitos e precisa ter suas necessidades supridas (MILARÉ, 2009). Logo, o educador precisa ter uma visão global e reflexiva, o que inclui a presença da educação ambiental como forma de refletir, no espaço escolar, sobre o mundo em que vivemos, permitindo que todos vivam em condições de qualidade e sejam sujeitos de transformação.

2 DISCUSSÃO TEÓRICA

A Educação Infantil sofreu grandes transformações no decorrer de sua existência, assim como a visão sobre a própria criança, que é apresentada por Luria (2006) com suas próprias habilidades culturais. De parte da assistência social, a etapa passou a ser valorizada como investimento para o futuro dos educandos, com fundamentos pedagógicos aliados ao cuidar, mudança essa que acaba por ser reflexo da sociedade brasileira, que passou pelo processo de expansão da industrialização, com a conseqüente reorganização das comunidades e da estrutura familiar por conta da incorporação de grande número de mulheres ao mercado de trabalho. Tais transformações forçaram a criação de espaços institucionais destinados às crianças de zero a seis anos (DEMO, 1996), cujos fundamentos foram finalmente incorporados à Constituição Federal de 1988.

Essa nova concepção da Educação Infantil tem reflexos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (LDB/96, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), que define essa etapa como o primeiro segmento da educação básica. A tônica dessa nova concepção está no binômio cuidar-educar, que serviu de linha geral ao planejamento e à implantação dos trabalhos nesse segmento educativo (OLIVEIRA, 1990). O novo cenário é de superação do modelo assistencialista e sua substituição por uma política destinada à promoção do desenvolvimento por meio da aprendizagem orientada por procedimentos de ensino (ROCHA, 1997), e, para que a aprendizagem desempenhe tal função, é preciso que seja organizada em torno de objetivos representativos daquilo que se pretende desenvolver, ou seja, não se trata

da promoção de quaisquer aprendizagens, mas das que corroborem a formação das capacidades e habilidades humanas complexas (MARTINS, 2009).

Outro ponto importante da discussão é a formação dos profissionais da educação, que, com base nos novos parâmetros legais, precisa ser repensada. Na visão de Kishimoto (2002), o futuro profissional não está preparado para compreender que a criança aprende de modo integrado, haja vista que os cursos de formação apresentam conteúdos de maneira fragmentada e em disciplinas estanques. Uma maior reflexão sobre a formação dos professores de Educação Infantil iniciou-se com as políticas educacionais dos anos 1990, na esteira dos estudos para a elaboração da LDB/96.

A pesquisa desenvolvida por Paschoal e Machado (2009) aponta que foram muitos os avanços previstos em legislação; a discussão traz elementos para pensar a prática pedagógica nas escolas de Educação Infantil; a qualidade na educação da criança pequena passa a ser reconhecida não apenas no plano legislativo ou nos documentos oficiais, mas pela sociedade. A escola deve servir aos interesses populares e garantir a todos um bom ensino e saberes básicos que se reflitam na vida, preparando os educandos para a vida adulta. Por meio da interação do professor e da participação ativa do aluno, a escola deve possibilitar a aquisição de conteúdos, inserindo a realidade do aluno dentro da sala de aula, para que este analise criticamente a sociedade (SAVIANI, 2004, p. 6).

Em processo de formação, o professor é visto como autor e ator no processo, que se dá nas interações sociais que vivencia (VASCONCELOS; FERNANDES, 1998, p. 4). O ensino de ciências é entendido como o conjunto de atividades que oferecem uma visão científica do mundo real e o desenvolvimento de habilidades de raciocínio desde a infância. Para Marx (1968, p. 939), toda ciência seria supérflua se houvesse coincidência imediata entre a aparência e a essência das coisas. Nesse contexto, as noções científicas que cabem à escola transmitir entram em luta com a concepção mágica do mundo e da natureza que a criança absorve do ambiente impregnado de folclore (GRAMSCI, 1968, p. 129-130). Percebe-se que o ensino de ciências deve ser introduzido desde cedo, com o objetivo de compreender o mundo por parte das crianças para o exercício de atitudes em prol do planeta.

Eshach (2006) apontou seis razões para justificar o ensino de ciências às crianças: (i) a apreciação, a observação e a análise da natureza; (ii) o ato de expor estudantes à ciência; (iii) o desenvolvimento de atitudes positivas em relação a ela; (iv) o ato de levar os conhecimentos científicos de maneira formal; (v) o uso da linguagem culta para as crianças; e (vi) que crianças possam raciocinar cientificamente a ciência para desenvolver o pensamento científico. Vale recordar ainda que as crianças não possuem o grau de abstração necessário para tal aprendizagem, mas, mesmo assim, a ciência é importante na faixa de idade pré-escolar (ARCE, 2001b; SAVIANI, 2011).

A CF/88, em seu art. 225, § 1º, VI, já estabelecera a obrigação do Poder Público de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Por sua vez, a Política Nacional do Meio Ambiente prescreve a “educação ambiental a todos os níveis do ensino” (BRASIL, 1981).

A concepção da educação escolar molda-se em vivências lúdicas, que podem ser exploradas pelo professor em atividades planejadas para o ensino de ciências com vistas à compreensão de fenômenos naturais pelas crianças; o ensino ambiental, parte do ensino de ciências, deve fazer parte do plano político-pedagógico (PPP) da escola, que é instrumento obrigatório de organização coletiva e de planejamento do processo de aprendizagem (BRASIL, 1996). Com os objetivos de transformação social, segundo Barroso (1999), o PPP precisa atender a alguns critérios: (i) estar integrado ao projeto local de educação; (ii) garantir o acesso e a permanência na escola; (iii) garantir uma ação educativa globalizada; (iv) mobilizar a participação de todos em sua elaboração e execução; (v) buscar estratégias de valorização do magistério, pois a qualidade do ensino atrela-se à formação e às condições de trabalho do profissional de educação (BARROSO, 1999, p. 89).

Para Veiga (1996), ao construirmos os projetos de nossas escolas, planejamos o que temos intenção de fazer, de realizar; o projeto implica uma discussão coletiva. O PPP é um elemento que compõe a gestão escolar, já que, de acordo com Paro (1986), a escola é o local onde se busca, de forma sistematizada e organizada, a apropriação do saber historicamente produzido. Todas as ações administrativas estão voltadas para o fazer, para a ação pedagógica, suas metas, e para a avaliação da escola.

No caso de Bauru, a rede de ensino infantil foi criada pela Lei Municipal nº 204, de 14 de fevereiro de 1949, e estabeleceu a atenção a crianças de três a doze anos, com objetivo de sua “formação integral”, buscando atender o público economicamente desfavorecido, ou seja, com um forte enfoque assistencialista. Com o passar dos anos e com a ação das correntes pedagógicas, o caráter desse ensino foi se modificando; em 1986, as educadoras elaboraram uma proposta curricular para a Educação Infantil, antes mesmo que fosse exigido pela CF/88. A proposta objetivava o desenvolvimento global e harmônico da criança, na busca da construção de um ser humano sensível à realidade, reflexivo, crítico e cooperativo. Os Centros de Educação e Recreação passaram a ser denominados, a partir de 1987, Escolas Municipais de Educação Infantil (Emeis). Por determinação da CF/88, as creches foram transferidas da área de assistência social para a de educação.

Em sua proposta pedagógica, o sistema educacional de Bauru tem como linha de fundamentação teórica a pedagogia histórico-crítica, o que significa que não é qualquer atividade ou qualquer tema usado para o trabalho educativo, mas atividades nucleares, com a seleção de conteúdos que permitam a apropriação dos conhecimentos historicamente acumulados, a fim de promover a aprendizagem e a humanização plena. Saviani (2000) indica que a escolha dos conteúdos deve ser orientada pelo critério de distinção entre principal e secundário, para que possamos selecionar, de forma adequada, os conteúdos que farão parte do trabalho diário “[...] um amplo e profundo processo; o de apresentar à criança o mundo humano ajudá-la a nele agir/interagir” (SALVIANI, 2000, p. 52). O objetivo é sistematizar e fundamentar o currículo do ensino de ciências na Educação Infantil, tendo como referencial teórico o materialismo histórico-dialético, a partir da unidade entre a pedagogia histórico-crítica e a psicologia histórico-cultural.

A relação entre as ciências da natureza e a Educação Infantil é muito peculiar e exige formação sólida e reflexão dos educadores, pois se trata de propiciar, por meio do ensino escolar, o início de uma compreensão sistematizada dos fenômenos naturais, de sua gênese, de seu desenvolvimento, de suas transformações, de suas leis, de seu impacto nas sociedades humanas e do impacto das atividades humanas na natureza (NASCIMENTO; ARAÚJO; MIGUEIS, 2010). Os objetivos gerais do ensino de ciências da natureza na Educação Infantil do Sistema Municipal de Bauru visam a compreensão dos fenômenos da natureza em sua dinâmica de permanência

e mudança, sua gênese e seu desenvolvimento, tendo como eixo a transformação da natureza, isto é, a relação da humanidade com a natureza.

Para atender os objetivos propostos, os conteúdos foram divididos em quatro eixos temáticos: **1 – Seres vivos**, cuja intenção é fazer a criança reconhecer-se como ser vivo a partir da compreensão da existência de outros seres vivos e matéria não viva, por meio da identificação de suas características e de suas relações no processo evolutivo; **2 – Ambientes e fenômenos naturais**, cujo intuito é dar a conhecer os principais constituintes e fenômenos da natureza, dos ecossistemas de suas interações e da intervenção humana; **3 – O universo**, cuja intenção é fazer com que a criança adquira noções sobre a existência do universo e seus componentes, bem como sua influência nos elementos que constituem a vida em nosso planeta; **4 – Ser humano, saúde e qualidade de vida**, organizado de modo a permitir a compreensão da importância dos cuidados com a saúde e a qualidade de vida a partir da necessidade da higiene pessoal e coletiva e do conhecimento do corpo humano.

Note-se a riqueza de assuntos que podem ser abordados de forma científica e lúdica. Para o processo educativo dos pequeninos, destaca-se o processo de humanização das crianças no ambiente escolar, haja vista que a matriz curricular do Município de Bauru tem sua linha teórica baseada na linha teórico-metodológica, com fundamentos na pedagogia histórico-crítica e na psicologia histórico-cultural, que visam a transformação e a reflexão sobre as diferentes abordagens do ensino das ciências da natureza. A divisão em eixos justifica-se na proposta municipal vigente em função das especificidades dos conteúdos. No entanto, tais eixos devem ser desenvolvidos de forma articulada.

Vivemos uma crise ambiental; o desequilíbrio ambiental acentua-se a cada dia, já que os recursos consumidos e esgotados não se recriarão, e deparamos-nos com os problemas que afetam o bem-estar e a qualidade de vida. Como aponta a própria legislação da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), a temática ambiental deve estar em todo o processo de escolarização, com a finalidade de incentivar crianças, jovens e adultos, enfim, toda a sociedade e seus dirigentes a participarem da defesa do meio ambiente.

No entanto, deve ser considerado que há diversas formas de prática ambiental e diversas concepções sobre a temática, dentre as quais podemos citar as ONGs, a

mídia, as empresas, a legislação, etc. De modo significativo, grande parte das ações e da pesquisa em educação ambiental relaciona-se com as escolas e com os professores (VALENTE, 2004). Outro dado importante é o Relatório de Levantamento Nacional de Projetos de Educação Ambiental apresentado na 1ª Conferência Nacional de Educação Ambiental, em 1997, em Brasília, que identificou que 70,6% dos projetos desenvolvidos tinham a inserção da temática no currículo escolar das escolas de ensino fundamental, e que os projetos eram em disciplinas específicas, ou seja, biologia, ciências ou geografia (MENDONÇA, 2004). Entretanto, verifica-se nesse documento a ausência de dados ou projetos tendo como público-alvo a Educação Infantil.

O espaço para educação ambiental não formal são as casas de cultura, as diferentes associações civis, as entidades socioprofissionais e até mesmo as igrejas. A educação ambiental é um processo de efeitos socializantes, atinge os indivíduos, mas seu alvo principal são os grupos sociais, a comunidade, com os quais pretende “repartir” as preocupações e as soluções para o meio ambiente; é uma ação social no melhor sentido weberiano. Por isso, ela se desenvolve geralmente dentro de instituições governamentais e naquelas não governamentais, sem negar, porém, a possibilidade de empreender o processo a partir da organização não institucional, como é o caso de grupos espontâneos. Entende-se que a educação ambiental é um processo de educação e, por tratar-se de uma prática pedagógica, deve ser desenvolvida em todos os níveis, da Educação Infantil ao Ensino Superior, nos diferentes contextos educacionais. Logo, a Lei nº 9.795/1999 é documento importante e fundamental para ações educativas que promovam a compreensão crítica e global, assim como uma análise reflexiva sobre o meio ambiente.

O desafio da educação ambiental é o de propor alternativas em que se busque a relação entre homem/natureza e a educação, em que os professores devem ampliar seu olhar e sua reflexão voltados ao meio ambiente. Precisamos desenvolver na escola ações e estratégias que sejam significativas, e que as crianças, como sujeitos sociais, sejam defensoras e tenham cuidado com meio ambiente. A falta de uma relação homem/natureza e a sustentabilidade no PPP impossibilita nossa obrigação/dever de cidadão de cuidar do planeta em prol da coletividade. Sato e Carvalho (2005) defendem que a educação ambiental precisa de diálogos com várias áreas do conhecimento, inclusive dos saberes populares, para que se abram os

caminhos necessários para a inclusão social e para a justiça ambiental. O PPP é o instrumento norteador das ações pedagógicas, em linguagem do senso comum “a alma, coração da escola”, enfim, a gestão democrática (VEIGA; RESENDE, 1998).

De acordo com Loureiro (2006), a atribuição central da educação ambiental é fazer com que as visões ecológicas do mundo sejam discutidas, compreendidas, problematizadas e incorporadas em todo o tecido social e suas manifestações simbólicas e materiais, em um processo integral e inovador, sem a imposição de uma concepção hegemonicamente vista como verdadeira. Para o mesmo autor, no tocante ao trabalho desenvolvido na escola, o processo de construção envolve a execução, que nasce da realidade escolar e do contexto em que ela está inserida. Para ser efetivado como instrumento de uma educação democrática, Veiga e Resende (1998) definem que o PPP precisa atender a alguns eixos norteadores: (i) filosófico-sociológico: o dever/compromisso do poder público para com a educação, com o objetivo de formar cidadãos críticos e ativos na sociedade; (ii) epistemológico: a interação dos sujeitos que ensinam e aprendem, enfim, com os objetos de conhecimento; (iii) didático-metodológico: métodos e técnicas para valorizar as ações coletivas e a autonomia.

De acordo com as análises sobre a educação ambiental na Educação Infantil realizadas no Município de São Carlos/SP, Fagionato-Ruffino (2003) verificou que os conteúdos eram desenvolvidos de forma tradicional e que as crianças eram meros espectadores do saber. Sarmiento (2005) menciona que a criança entende-se por sujeito concreto com determinada idade, no local onde está inserida; a infância é vivência de ser criança, que varia de acordo com sua bagagem histórico-cultural, como etnia, gênero, classe social, uma visão de ciência ainda positivista. O autor em questão defende a realização das práticas e das vivências escolares, o trabalho com os elementos das ciências naturais, ou seja, a exploração dos fenômenos da natureza.

Na visão de Medina (2001), passados onze anos da promulgação da Lei nº 9.795/1999, os professores ainda têm total desconhecimento da legislação. De acordo com Oliveira (s/d), verificou-se que os professores não citam a lei de educação ambiental em seus projetos por desconhecê-la. Logo, notam-se as dificuldades e o grande desafio no espaço escolar; a educação ambiental, voltando a Medina (2001), é tratada nas escolas de forma pontual, sem as conexões entre as diferentes disciplinas. Dessa maneira, diante das pesquisas realizadas e das diferentes

abordagens sobre a questão, deve-se compreender que a educação escolar seja permanente e vinculada às atitudes de rotina do espaço escolar, para o desenvolvimento nos alunos do senso crítico, reflexivo, que envolva toda a sociedade, ou seja, a coletividade, para um meio ambiente saudável, responsável e com justiça. O que se nota, porém, é que há grande dificuldade por parte dos docentes em inserir a educação ambiental em seu planejamento ou rotina escolar. A temática no âmbito escolar deveria ser tratada como científica, e não como tema transversal.

É preciso trazer para o âmbito escolar a reflexão sobre as práticas sociais marcadas pela degradação permanente do meio ambiente e do ecossistema; a realidade atual das escolas exige uma reflexão inter-relacional dos saberes e das práticas coletivas. Nesse sentido, defende-se e destaca-se que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora.

Reigota (1998) menciona que a educação ambiental aponta para propostas pedagógicas centradas na conscientização, na mudança de comportamento, no desenvolvimento de competências, na capacidade de avaliação e na participação dos educandos. Para Pádua e Tabanez (1998), a educação ambiental propicia o aumento de conhecimentos e a mudança de valores para estimular maior integração e harmonia dos indivíduos com o meio ambiente. A educação deve ser vista como um processo permanente que valorize as diversas formas de conhecimento e forme cidadãos com consciência. Os docentes devem estar cada vez mais preparados para reelaborar as informações, a fim de poderem transmitir e decodificar aos alunos a expressão e os significados sobre o meio ambiente (REIGOTA, 1998).

Lema (2010) verificou que o ensino de educação ambiental acontece de forma lenta, sem planejamento. Os professores consideram a educação ambiental de importância fundamental, mas sentem-se despreparados para trabalhar com o tema. Os alunos, portanto, são frutos desse despreparo acadêmico e são prejudicados pela falta de práticas pedagógicas no ensino. Logo, o objeto de estudo desta pesquisa sinaliza novas perspectivas para a abordagem da educação ambiental na escola, com o fim de permear a ética, a educação, o trabalho e as práticas sustentáveis. No entanto, com as tendências atuais da educação ambiental, ora voltada para a conservação da natureza, ora usando a sustentabilidade (GAUDIANO, 1999), a escola parece estar alheia às novas concepções e ideias ambientais.

3 RESULTADOS

A pesquisa foi realizada de acordo com os seguintes passos: (i) levantamento de dados da rede escolar de Educação Infantil do Município de Bauru: localização, caracterização da área de estudo; aspectos educacionais do público atendido; peculiaridades do bairro, número de alunos, número de professores e características gerais; (ii) análise do PPP da unidade escolar; (iii) entrevista com o uso de roteiro semiestruturado (FERRARI, 2009), com o gestor escolar, para levantamento de aspectos físicos e funcionais da unidade escolar, voltados à educação ambiental desenvolvida na escola; (iv) questionário de entrevista com o uso de roteiro semiestruturado com os professores, com o objetivo de levantar suas concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem focado na temática ambiental; (v) análise das informações obtidas com base na matriz curricular, nos documentos legais do Município de Bauru e nos textos dos autores que fundamentam este estudo. Logo, a pesquisa foca o processo de ensino-aprendizagem com as questões ambientais na prática pedagógica no espaço escolar.

A análise do PPP da escola municipal estudada, nas partes em que faz referência à educação ambiental, foi realizada por meio de visitas para a observação e registro dos documentos e dependências, com o uso de roteiro para anotações sobre a unidade, efetuadas em conjunto com o gestor escolar. As entrevistas — feitas com base no roteiro semiestruturado preconizado por Ferrari (2009) — foram realizadas com o gestor e os professores responsáveis pela proposição e/ou realização dos projetos de educação ambiental, com a finalidade de levantar suas concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem focado no projeto proposto ou realizado.

Das áreas do conhecimento, as disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática são as mais desenvolvidas no PPP, por conta da maior preocupação das professoras com a alfabetização; nota-se claramente que a leitura, a escrita e o cálculo básico são os conteúdos de maior destaque e relevância. Quanto à temática ambiental, as questões são trazidas de forma geral, tradicional e sistemática, não orientando ou

levando os educandos a uma ação em um processo de formação em prol da sobrevivência do planeta.

A crítica da pesquisa, que se pretende construtiva, baseia-se na ausência da temática ambiental em temas, ações e metas permanentes na rotina escolar que trouxessem à vivência das crianças e à comunidade em geral um assunto de alta importância, cuja finalidade é a de um futuro próspero e ecologicamente equilibrado.

Assim, resgata-se Loureiro (2006, p. 58), que considera ser dever da educação ambiental “gerar um sentido de responsabilidade social e planetária que considere o lugar ocupado pelos diferentes grupos sociais”. É preciso permitir que o trabalho pedagógico possa promover o entendimento das diferentes ameaças à vida na Terra. Logo, verifica-se a importância e as competências de tamanha responsabilidade do professor de Educação Infantil em Bauru, com a valorização do especialista em Educação Básica, cumprindo os ditames da lei e as funções sociais com relação ao ato de cuidar-educar, sendo seu papel o de organizar as propostas de ensino-aprendizagem para a mediação entre a criança e o conhecimento nas pesquisas de Piaget (1896-1980), Vygotsky (1996) e Wallon (1999), que podemos afirmar que o professor de Educação Infantil deve ter como princípio a valorização e seu papel no desenvolvimento da criança.

A integração da equipe em um todo é fundamental para que a criança aprenda e desenvolva-se de forma integrada e plena. Nas visitas e conversas com os docentes, foi possível perceber qual a concepção da prática pedagógica na Educação Infantil e elaborou-se a seguinte sinopse: (i) a criança encontra-se em processo de aprendizagem desde que nasce, pois isso é parte de sua própria sobrevivência. A ação do professor deve ser planejada, e ele deve ser mediador no processo de ensino e aprendizagem; (ii) o espaço escolar adequado é muito importante para as vivências escolares; (iii) a afirmação da Educação Infantil exige a superação dessas antigas ideias e o reconhecimento do processo de ensino-aprendizagem como estruturante de sua organização, sendo que não se trata de importar modelos de ensino, pois cada um tem suas características e dinâmicas de funcionamento, e nem se pode perder de vista que a criança prescinda da infância, mas trata-se da própria afirmação enquanto um período rico e intenso de aprendizagem. Não raramente, deparamo-nos com preocupações na área de Educação Infantil advindas de uma concepção equivocada sobre o ensino destinado às crianças pequenas, como se fosse um descrédito à

infância, a negação de seu direito de brincar e ser feliz. Portanto, defende-se também como direito da criança ser reconhecida como sujeito histórico, que tem relações sociais, essência de seu desenvolvimento.

Outra questão que chamou a atenção durante a pesquisa foram os conteúdos no planejamento de ensino com as questões ambientais; quais eram os objetivos, as orientações didáticas e a avaliação de uma forma geral desenvolvidos em todas as turmas. Pode-se considerar que os planos de ensino da escola em estudo tem seus conteúdos baseados na Matriz Curricular; os conteúdos de Educação Infantil organizam-se por atividades, isto é, medeiam as formas pelas quais a criança relaciona-se com seu entorno físico e social. As atividades propostas são então os veículos por que se atendem os objetivos traçados, respeitando-se as possibilidades já existentes na criança (desenvolvimento real ou efetivo) e aqueles em vias de formação (desenvolvimento potencial ou imediato). Na proposição e condução das destas, o professor atua de modo sistemático e intencional, superando, assim, possíveis práticas espontaneístas. Para tanto, tais atividades devem estar imbuídas de conhecimento, que operará na criança de modo indireto ou direto (ARCE, 1987).

Em suma, nota-se a preocupação legítima com a elaboração de um novo PPP e a responsabilidade do grupo/equipe frente à necessidade de educar sobre as questões ambientais com qualidade, com o fim de uma sociedade justa e ecologicamente equilibrada. A necessidade de uma educação ambiental crítica, contínua e permanente é apontada por Sato (1997), que ressalta que os projetos pesquisados na escola não alcançam seu objetivo, ou seja, a crítica relação íntima com a educação ambiental como ato político do indivíduo; enfim, a partir da análise do PPP e das informações obtidas com gestor e professores, constatou-se a ausência da temática ambiental na escola objeto deste estudo, surgindo os temas somente como mera atividade do cotidiano escolar, sem qualquer base teórica ou preocupação da responsabilidade em prol do planeta.

Pelas entrevistas, nota-se a ausência da comunidade escolar para a sensibilização das questões ambientais, que fica à mercê dos veículos de comunicação, como jornais, televisão e redes sociais. É de notar-se, ainda, a ausência efetiva real da matriz municipal ou a chamada proposta popular no PPP, já que a regra geral destaca a importância de se entender a escola como principal veículo da educação moderna e que o ensino de ciências da natureza na Educação Infantil é

fundamental para o processo de humanização dos educandos. Em suas bases teóricas, alicerçadas no posicionamento teórico-metodológico, com fundamentos na pedagogia histórico-crítica e na psicologia histórico-cultural, o ensino de ciências da natureza proporciona a transformação dos saberes. A própria matriz informa que o principal objetivo é proporcionar a reflexão dos professores da Educação Infantil para o processo de humanização dos alunos e no meio ambiente escolar.

No PPP da escola de educação infantil estudada, não há uma base puramente definida em se tratando das questões ambientais, mas indicativos de que as ideias de pensadores como Freire e Vygotsky podem ser relevantes, muito embora os autores sejam de momentos históricos diferentes. Deve-se considerar que, em seus trabalhos, ambos levantaram questões pertinentes ao contexto do trabalho da temática ambiental, à construção do conhecimento para aclarar a pesquisa e algumas questões que são objeto deste estudo.

Na continuidade da pesquisa, chama muito a atenção, no PPP da unidade escolar estudada e nas falas das professoras, a citação das ideias do educador brasileiro Paulo Freire; devemos considerar algumas de suas contribuições no campo educacional e sua relevância. Em nossas análises, ele é citado várias vezes pelas cinco docentes, com a profunda admiração por seu trabalho. Logo, será necessária a compreensão de sua linha de pensamento e suas contribuições para o ensino de ciências na Educação Infantil.

Gadotti (1996) menciona em sua obra, entre Freire e Vygotsky, a importância à valorização dos saberes dos alunos em situações vivenciais dos sujeitos. Por isso, é importante os docentes utilizarem em suas vivências escolares o ensino de ciências na Educação Infantil, com a finalidade de levar a reflexão ambiental às futuras gerações. Assim, o processo de construção do conhecimento terá sentido em prol da sociedade; desta forma, será deixada de lado a linha tradicional conteudista e disciplinar de uma época opressora.

Na literatura acadêmica, nos artigos científicos, nos textos legais e em outras publicações, fica explícito que a ação do homem é a grande causadora dos danos ao meio ambiente. É claro, também, que a educação ambiental exerce papel fundamental no processo de transformação do indivíduo, cuja finalidade é promover mudanças de atitudes, comportamentos e, principalmente, a construção de valores sociais, buscando a formação para construção de uma sociedade sustentável.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo foi o de refletir e analisar a teoria e as práticas pedagógicas da escola estudada no tocante à educação ambiental. Lembrando que o objetivo de tal domínio é permitir que as vivências das crianças, através do cuidado, das brincadeiras e das aprendizagens, contribuam em suas capacidades para sua formação, tornando-as agentes de transformação social-ecológicos.

Dessa perspectiva, a organização escolar e seus atores sociais — como gestor escolar, docentes, funcionários da equipe de apoio — são considerados ativos (LIBÂNEO et al., 2003, p. 340). A preocupação inserida nesta pesquisa foi a de realizar um levantamento sobre a realidade atual da Rede Municipal de Educação de Bauru no que diz respeito ao eixo temático educação ambiental ou ciências naturais.

Com base no referencial teórico apresentado, coleta de dados, análises e discussões com a literatura acadêmica específica, conclui-se que efetivamente faltam projetos e atividades em educação ambiental na prática pedagógica dos docentes. É preciso articulação, ações voltadas à temática, que é relegada a momentos específicos ou datas comemorativas, para a elaboração de um projeto em processo permanente na rotina escolar.

Nota-se que o trabalho dos docentes da rede é heterogêneo, pois desenvolvem atividades e conteúdos na temática de formas distintas. É importante ressaltar ainda a realidade atual da escola, alocada em espaço físico pequeno, sem arborização ou área externa adequada ou plausível para estimular as ações e que servisse de motivação para os docentes e as crianças nos planejamentos diários.

O tema da educação ambiental no PPP, fundamentado de maneira semelhante aos ditames da Matriz Curricular do Município, nota-se uma **junção** de informações, sem destaque ao trabalho a ser desenvolvido no eixo da temática ambiental, enfim, o que configura a existência apenas formal da temática na elaboração do documento.

REFERÊNCIAS

ARCE, A. Compre o Kit Neoliberal para a Educação infantil e ganhe grátis os dez passos para se tornar um professor reflexivo. **Educação & Sociedade**. Campinas, v. 22, n. 74, p. 251-283. Abr. 2001.

_____. **A pedagogia na era das revoluções: uma análise do pensamento de Pestalozzi e Froebel**. Campinas: Autores Associados, 2001b.

_____; SILVA, D. A. S. M.; VAROTTO, M. **Ensinando Ciências na Educação Infantil**. Campinas: Alínea, 2011.

ARRUDA, M.; BOFF, L. **Globalização: desafios socioeconômicos, éticos e educativos**. Petrópolis: Vozes, 2000.

BARCELOS, V. H. de L. Navegando e traçando mapas: uma contribuição à pesquisa em educação ambiental. In: GALIAZZI, M. do C.; FREITAS, J. V. de. (Orgs.). **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005. p. 63-84.

BARROS, A. A. M. **Saberes docentes no contexto da educação infantil: a prática pedagógica em foco**. Dissertação (mestrado em Educação). Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2015.

BAURU. Lei nº 5.999, de 30 de novembro de 2010. Disponível em: <http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos2/sist_juridico/documentos/leis/lei5999.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2016.

_____. Sistema Municipal de Ensino. **Proposta Pedagógica para Educação Infantil**. 2013a. Disponível em: <http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos2/arquivos_site/sec_educacao/proposta_pedagogica_educacao_infantil.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. **Prefeitura**. 2013b. Disponível em: <<http://www.bauru.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

BOFF, L. **Saber cuidar: ética do ser humano, compaixão pela terra**. Petrópolis: Vozes, 1999.

BONOTTO, D. M. B. Contribuições para o trabalho com valores em Educação Ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 292-306, 2008.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cgeam/download.php?id_download>. Acesso em: 02 jun. 2015.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 18 fev. 2017.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L9795.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Meio Ambiente/Saúde**. MEC: Brasília, 1997a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **A implantação da educação ambiental no Brasil: Meio ambiente e saúde**. Brasília, 1997b.

BUSQUETS, M. D. et al. **Los temas transversales: claves de la formación integral**. Madri, Espanha: Santillana/Aula XXI, 1993.

CAMPOS, M. M. A formação de profissionais de Educação Infantil no contexto das reformas brasileiras. In: OLIVEIRA-FORMOSINHO, J.; KISHIMOTO, T. (Orgs.) **Formação em contexto: uma estratégia de integração**. São Paulo: Pioneira, 2002, p. XII-XXIII.

CARVALHO, I. C. de M. A Educação Ambiental no debate das ideias: elementos para uma Educação Ambiental crítica. In: **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2008.

CASCINO, F. **Educação Ambiental: princípios, história e formação de professores**. São Paulo: Senac, 1999.

CHALITA, G. **Educação: a solução está no afeto**. São Paulo: Gente, 2002.

CHARPAK, G.; LÉNA, P.; QUÉRÉ, Y. **Los niños y la ciencia. La aventura de “la mano en la masa”**. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI, 2006.

CHIAVENATO, I. **Administração nos novos tempos**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

_____. **Gerenciando Pessoas**. São Paulo: Makron Books, 1997.

COIMBRA, J. de Á. A. Considerações para elaboração de projetos. In: PHILIPPI JR., A.; FOCESI-PELICIONI, M. C. (Eds.). **Educação ambiental: desenvolvimento de cursos e projetos**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública/Núcleo de Informações em Saúde Ambiental/Signus Ed., 2000. p.190-191.

COVRE, M. **A fala dos homens: análise do pensamento tecnocrático**. São Paulo: Brasiliense, 1983.

DAIBÉM, I. M. (org.). **Olhar histórico sobre a Educação Municipal de Bauru**. Bauru: SME, 1996

DEMO, P. **Política social de educação e cidadania**. Campinas: Papyrus, 1996.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 2. ed. São Paulo: Gaia, 1992.

DOURADO, L. F. **Plano Nacional de Educação (2011-2020): Avaliação e Perspectivas**. 1. ed. Goiânia/Belo Horizonte: EdUFG/Autêntica, 2011.

DUARTE, N. **Brincadeira de papéis sociais na educação infantil**. São Paulo: Xamã, 2006.

ELKONIN, D. Sobre el problema de la periodización del desarrollo psíquico en la infancia. In: DAVIDOV, V.; SHUARE, M. **La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS**. Moscou, União Soviética: Editora Progresso, 1987.

ESHACH, H. **Science literacy in primary schools and pré-schools**. Houten, Países Baixos: Springer, 2006.

FAGIONATO-RUFFINO, S. **A educação ambiental nas escolas municipais de educação infantil de São Carlos-SP**. Dissertação (mestrado). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2003.

FAGUNDES, L. da C. **Aprendizes do futuro: as inovações começaram**. **Cadernos Informática para a Mudança em Educação**. MEC/SEED/Proinfo, 1999.

FERRARI, A. H. **Educação ambiental em escolas de ensino fundamental da rede municipal de Araraquara: do projeto político-pedagógico à sala de aula**. Dissertação (mestrado em Educação). Araraquara: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2009.

FREIRE, A. M. A. A voz da esposa: a trajetória de Paulo Freire. In: GADOTTI, M. (org.). **Paulo Freire: uma bibliografia**. São Paulo, 2001.

_____. Educação para a sustentabilidade: Implicações para o currículo escolar e para a formação de professores. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 141-154, 2007.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

_____. **Política e Educação**. São Paulo: Cortez, 1993.

GADOTTI, M. **Autonomia da escola: princípios e preposições**. São Paulo: Cortez, 1997.

_____. (org.). **Paulo Freire: uma bibliografia**. São Paulo: Cortez, 1996.

_____. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Petrópolis, 2001.

_____. **Pressupostos do Projeto Pedagógico**. In MEC. Anais da Conferência Nacional de Educação para todos. Brasília, Ago. 1994.

GAUDIANO, E.G. Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y el Caribe. In: **Tópicos de Educación Ambiental**, n. 1, v. 1, 1999. p. 9-26.

GAYOTTO, M. L. C. **Creche: desafios e contradições da criança pequena**. São Paulo: Ícone, 1992.

GRAMSCI, A. **Maquiavel, a política e o Estado moderno**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1968.

HORA, D. L. da. **Gestão democrática na escola: Artes e ofícios da participação coletiva**. São Paulo: Papyrus, 1994.

JACOBI, P. et al. (orgs.) **Educação, Meio Ambiente e Cidadania - Reflexões e 14 Experiências**. São Paulo: SMA, 1998.

KISHIMOTO, T. M. **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira-Thomson Learning, 2002.

KRAMER, S. Formação de profissionais de Educação Infantil: questões e tensões. In: MACHADO, M. L. (org.). **Encontros e desencontros em Educação Infantil**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 117-132.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. Mapeando as macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental contemporânea no Brasil. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 6., Anais..., Ribeirão Preto, USP, 2011.

LIBÂNEO, J. C. **Organização da Escola: teoria e prática**. Goiânia: Alternativa, 2001.

_____. et al. O sistema de organização e de Gestão da Escola: teoria e prática. In: **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização**. São Paulo: Cortez, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajectoria e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2006.

LÜCK, H. **Dimensões de gestão escolar e suas competências**. Curitiba: Positivo, 2009

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LURIA, A. R. **A psicologia experimental e o desenvolvimento infantil**. São Paulo: Ícone, 2006.

MARTINS, L. **Em defesa do ato de ensinar**. Campinas: Alínea, 2009.

MARX, K. **Crítica da Economia Política**, livro 3. V, VI. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1968.

MATISKEI, A. C. R. M. Políticas de Inclusão Educacional: Desafios e Perspectivas. **Educar**, Curitiba, n. 23, p. 185-202, Editora UFPR, 2004.

MATURANA, H. R. **Educação Ambiental**. Portal ANPED SUL, 2004.

MEDINA, N. M. A Formação dos professores em Educação Ambiental. In: Secretária de Educação Fundamental. **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental**. Brasília: SEF/MEC, 2001.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente**. 6 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

MORON, L. F. **Estudo exploratório de um projeto padrão creche do Município de Bauru**. Bauru: Unesp, 1997.

MOURA, T. M. de M. Aproximações entre as ideias de Freire e Vygotsky: importância para prática pedagógica com jovens e adultos. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL PAULO FREIRE, Recife/PE. 2001.

NASCIMENTO, C. P.; ARAÚJO, E. S.; MIGUEIS, M. R. O conteúdo e a estrutura da atividade de ensino na educação infantil: o papel do jogo. In: MOURA, M. O. (org.). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Brasília: Liber Livro, 2010. p. 111-134.

OLIVEIRA, M. E. de. **A Temática Ambiental no Ensino Médio**. s/d. Disponível em: <http://www.educacao.ufpr.br/publicacoes/sedpeef/resumos_comunicacao_%20oral_%20>. Acesso em: 20 Jun. 2016.

OLIVEIRA, Z. M. R. Creches no sistema de ensino. In: MACHADO, M. L. (Org.). **Encontros e desencontros em educação infantil**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 79-82.

_____. **Sistema de Ensino - Educação Infantil**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1990.

PADILHA, P. R. **Educar em todos os cantos: reflexões e canções por uma educação intertranscultural**. São Paulo: Cortez/IPF, 2007.

PÁDUA, S.; TABANEZ, M. (orgs.). **Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil**. São Paulo: Ipê, 1998.

PARO, V. H. **Administração escolar: introdução crítica**. São Paulo: Cortez, 1986.

PASCHOAL, J. D.; MACHADO, M. C. G. A História da Educação Infantil no Brasil: Avanços, Retrocessos e Desafios dessa Modalidade Educacional. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.33, p.78-95, mar. 2009.

PENIN, S. T. S.; VIEIRA, S. L. Refletindo sobre a função social da escola. In: VIEIRA, S. L. (Org.). **Gestão da escola – desafios a enfrentar**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 13-45.

PERRENOUD, P. **Escola e cidadania. O papel da escola na formação para a democracia**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2005.

_____. Educação para as Competências. **Revista Pátio**, Porto Alegre, 2001. p. 83-100.

PHILIPPI JR., A.; PELICIONI, M. C. F. **Educação ambiental: desenvolvimento de cursos e projetos**. São Paulo: Universidade de São Paulo-Faculdade de Saúde Pública/Núcleo de Informações em Saúde Ambiental/Signus Editora, 2002.

PILETTI, N. **Psicologia Educacional**. São Paulo: Ática, 1997.

REIGOTA, M. **Desafios à Educação Ambiental escolar**. In: Secretaria de Estudo do Meio Ambiente: SMAICEAM, 1998. p. 43-50.

RIZZO, G. **Organização, montagem e funcionamento**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1984.

ROCHA, M. S. P. M. L. O real e o imaginário no faz de conta: questões sobre o brincar no contexto da pré-escola. In: GÓES, M. C. R. **A significação nos espaços educacionais: interação social e subjetivação**. São Paulo: Papirus, 1997.

ROSA MARQUES, L. **Projeto Político-Pedagógico: construindo a autonomia da escola pública - As representações sociais dos conselheiros**. Dissertação (mestrado em Educação). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

ROSEMBERG, F. A educação pré-escolar brasileira durante os governos militares. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 82, p. 21-30, ago. 1992.

_____. Expansão da Educação Infantil e processos de exclusão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 107, p. 7-40, jul. 1999.

_____. Organizações multilaterais, Estado e políticas de educação infantil. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, n. 115, p. 25-63, mar. 2002.

SAGAN, C. **Os dragões do Éden: especulações sobre a evolução da inteligência humana**. 5 ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1987.

SANTOS, B. S. **A crítica da razão indolente - contra o desperdício da experiência**. São Paulo: Cortez, 2000.

SANTOS, L. G. Consumindo o futuro. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 27 fev. 2000. Caderno Mais, p-5-8.

_____. **Educação Ambiental**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

SARMENTO, M. J. Crianças: educação, culturas e cidadania activa - Refletindo em torno de uma proposta de trabalho. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 23, n. 1, jan./jul. 2005. p. 17-40. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/9857/9109>>. Acesso em 22 nov. 2016.

SATO, M. **Educação para o ambiente Amazônico**. Tese (doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1997.

_____; CARVALHO, I. **Educação ambiental - pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

_____; PASSOS, L. A. **Pelo fazer fenomenológico de um não texto**. Campinas: Papyrus, 2006.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. 13 ed. Campinas: Autores Associados, 2000.

_____. **Escola e Democracia**. Campinas: Autores Associados, 2000.

_____. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 6. ed. Campinas: Autores Associados, 1997.

_____. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2011.

_____. Perspectiva Marxiana do Problema Subjetividade-Intersubjetividade. In: DUARTE, N. (Org.). **Crítica ao Fetichismo da Individualidade**. Campinas: Autores Associados, 2004.

SHIROMA, E. Um fantasma ronda o professor: a mística da competência. In: MORAES, M. C. M. de. (Org.). **Iluminismo às avessas: produção de conhecimento e políticas de formação docente**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 81-98.

_____; EVANGELISTA, O. Profissionalismo: da palavra à política. In: PACHECO, J. A.; MORAES, M. C. M.; EVANGELISTA, O. **Formação de professores: perspectivas educacionais e curriculares**. Porto: Porto Editora, 2003, p. 27-45.

SPOSATI, A. de O. (Coord.). **Carta-tema: a assistência social no Brasil: 1983-1990**. São Paulo: PUC-SP/ABESS/CEDEPSS/CNPq, 1990.

STUDART, N. Prefácio. In: MARTINS, L. M. **Quem tem medo de ensinar na Educação Infantil**. Campinas: Alínea, 2007.

VASCONCELLOS, C. S. **Planejamento: Plano de Ensino-Aprendizagem e Projeto Educativo**. São Paulo: Libertat, 1995.

VASCONCELOS, M. R. de; FERNANDES, A. M. D. Construindo o perfil dos professores de Educação Infantil da rede pública de Niterói. In: 21ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 1998. ANAIS ELETRÔNICOS... Rio de Janeiro: ANPED, 1998. 1 CD-ROM.

VEIGA, I. P. A. Projeto Político da Escola: uma construção coletiva. In: VEIGA, I. P. A. (Org.). **Projeto Político-Pedagógico: uma construção possível**. Campinas: Papyrus, 1996. p. 13-15.

_____. (Org.) **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. 23. ed. Campinas: Papyrus, 2001.

_____; RESENDE, L. M. G. (Orgs.). **Escola: espaço do Projeto Político-Pedagógico**. Campinas: Papyrus, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

_____. Aprendizagem e desenvolvimento na Idade Escolar. In: VYGOTSKY, L. LURIA, A. LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010, p. 103-116.

WALLON, H. **Origens do pensamento da criança**. Manole: São Paulo, 1999.

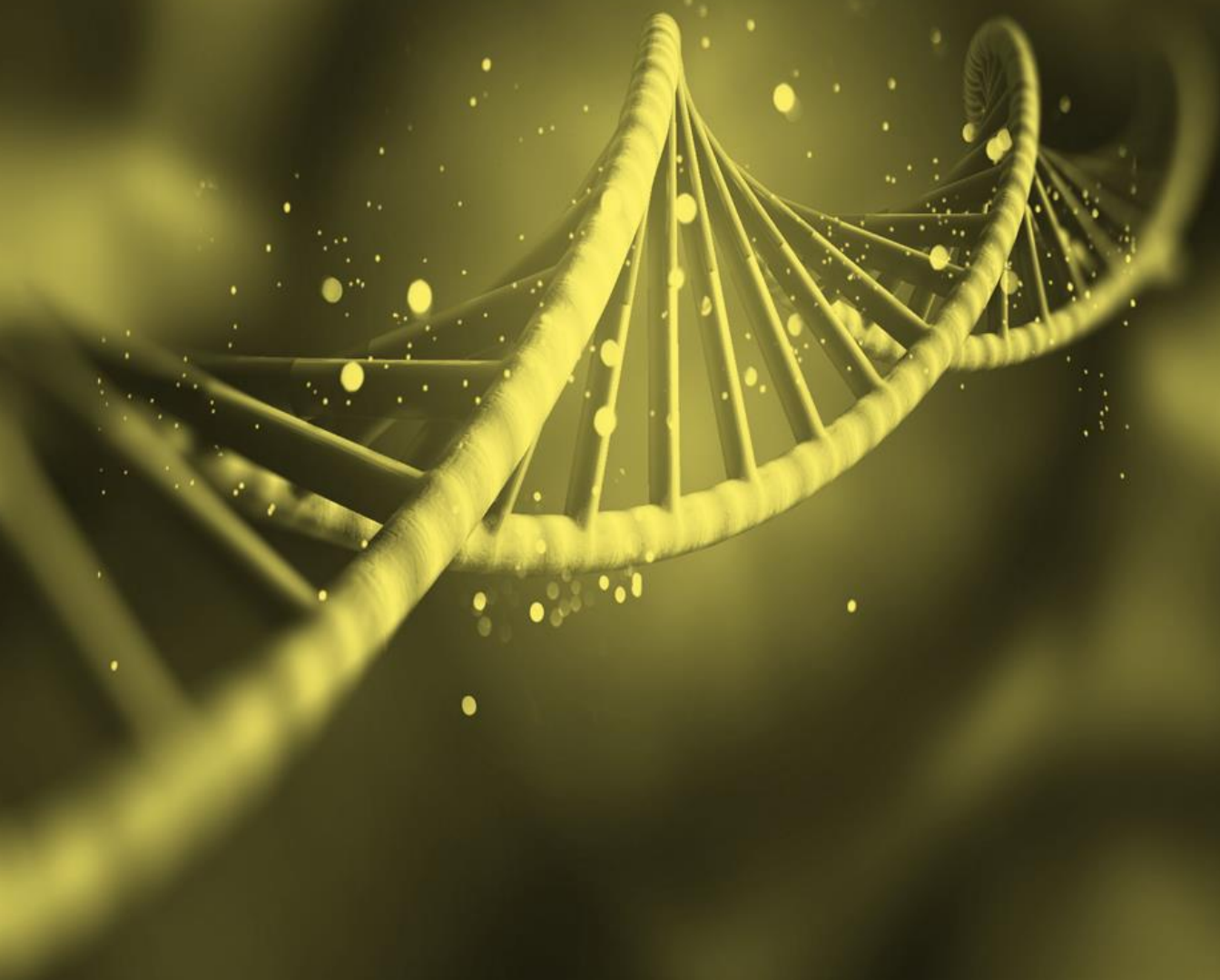
WEID, N. VON DER. A formação de professores em Educação Ambiental à luz da Agenda 21. Em PÁDUA, S. M.; TABANE Z. M. F. (orgs.). **Educação Ambiental: caminhos trilhados no Brasil**. Brasília: Ipê, 1997.

Capítulo 4

**ENSINO DE CIÊNCIAS NA ERA DA PÓS-
VERDADE: UM ENSAIO SOBRE AS
CONTRIBUIÇÕES DE GASTON BACHELARD**

Daniella Maria Coelho de Britto

Irene Cristina de Mello



ENSINO DE CIÊNCIAS NA ERA DA PÓS-VERDADE: UM ENSAIO SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DE GASTON BACHELARD

Daniella Maria Coelho de Britto

Mestranda em Educação em Ciências e Educação Matemática (UFMT) – bolsista CAPES, licenciada em Ciências Biológicas (UFVJM). Pesquisadora do Grupo Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ – UFMT).

ID Lattes: 1524843623141536, ORCID: 0000-0002-5150-2217

E-mail: danicoelhobritto@gmail.com

Irene Cristina de Mello

Professora lotada no Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas e da Terra (UFMT). É professora pesquisadora permanente do Programa de Pós-graduação em Educação (UFMT) e do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). É docente colaboradora no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Mestrado profissional – UFMT). Coordenadora e Pesquisadora do Grupo Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ – UFMT).

ID Lattes: 2638382068961952, ORCID: 0000-0003-4042-7503

E-mail: ireneufmt@gmail.com

Resumo:

O termos pós-verdade e *Fake News* vem ganhando espaço nas discussões públicas ao longo dos últimos anos. Embora os termos citados tenham ganhado notoriedade recentemente, eles designam ações que sempre existiram na história do mundo. A descredibilização da ciência frente a assuntos que até então eram considerados consolidados, sugerem que estamos vivendo na era da pós-verdade, sendo essa, propícia para a disseminação de *Fake News*. Esse contexto expõe a necessidade de tratar esse assunto nas aulas de Ciências de modo a aprimorar a criticidade dos educandos. Este artigo analisa a temática do ensino de Ciências na era da pós-verdade, na ótica das contribuições do epistemólogo das Ciências, Gaston Bachelard, sobre a construção do espírito científico. Utilizamos a metodologia de trabalho baseado na pesquisa qualitativa do tipo bibliográfico. Ao descrever o desenvolvimento do espírito científico o referido autor identifica alguns obstáculos – opinião, experiência

primeira, generalização – que precisam ser superados para se desenvolver o espírito científico. Diante de um momento em que crenças, opiniões e *Fake News* repercutem mais do que o conhecimento científico, a epistemologia de Bachelard se faz ainda mais necessária e urgente, principalmente no ensino de Ciências, uma vez que nos auxilia a entender o caminhar pela construção de um conceito de ciência e de um espírito científico capaz de formar sujeitos críticos diante das notícias. Considerando a emergência do tema discutido neste ensaio, levanta-se algumas questões: como a ciência é compreendida pela população? Qual é o papel do ensino de ciências na era da pós-verdade?

Palavras-chave: Bachelard. Pós-verdade. Fake news. Ensino de Ciências. Ciência.

Abstract: The terms post-truth and *Fake News* have been gaining ground in public discussions over the past few years. Although the terms cited have gained notoriety recently, they designate actions that have always existed in the human history. The discrediting of science in relation to issues that until then were considered consolidated, suggests that we are living in the post-truth era, which is favourable to the dissemination of *Fake News*. This context exposes the need to address this issue in Science classes in order to improve the students critical thinking. This article analyses Science teaching in the post-truth era, from the perspective of the contributions of the epistemologist of Science, Gaston Bachelard, on the construction of the scientific spirit. The methodology of this article is based on qualitative bibliographic research. By describing the development of the scientific spirit, Bachelard identifies some obstacles – opinion, first experience, generalization – that need to be overcome in order to develop the scientific spirit. In a time when beliefs, opinions and *Fake News* reverberate more than scientific knowledge, Bachelard's epistemology becomes even more necessary and urgent, especially in Science teaching, as it helps us to understand the path towards the construction of a concept of science and a scientific spirit capable of educating critical individuals against the news. Considering the emergence of the subject discussed in this essay, some questions arise: how is science understood by ordinary people? What is the role of science education in the post-truth era?

Keywords: Bachelard. Post-Truth. Fake News. Science Teaching. Science.

INTRODUÇÃO

O termos pós-verdade e *Fake News* vem ganhando espaço nas discussões públicas ao longo dos últimos anos. Em 2016, o termo pós-verdade foi eleito a palavra do ano pelo dicionário *Oxford* e, segundo o mesmo dicionário, o termo é utilizado em circunstâncias onde pessoas atribuem maior importância a sentimentos e crenças do que os fatos em si. O termo em inglês, *Fake News* teve origem no século XX com o propósito de designar notícias falsificadas, arquitetadas e divulgadas pelos veículos de comunicação em massa. Com o início da comunicação por meio de suportes

digitais, o termo passou a ser sinônimo de desinformação (Teixeira, 2018). Apesar de continuar sendo utilizada para definir notícias falsas, as *Fake News* não são mais uma exclusividade dos veículos de comunicação em massa, estando presentes nos mais variados ambientes, profissões e discursos, inclusive no ambiente escolar.

Embora os termos citados tenham ganhado notoriedade nos últimos anos, eles designam ações que sempre existiram na história do mundo. A recente descredibilização da ciência frente a assuntos que até então eram considerados consolidados, como o formato do planeta Terra e a eficiência das vacinas, sugerem que estamos vivendo na era da pós-verdade, sendo essa, propícia para a disseminação de *Fake News*. Esse contexto expõe a necessidade de tratar esse assunto nas aulas de Ciências de modo a aprimorar a criticidade dos educandos, que eventualmente irão se deparar com todo tipo de notícias, inclusive as falsas.

O presente artigo tem suas origens em um trabalho maior, que busca investigar como as *Fake News* podem contribuir ao ensino de Ciências de modo a desenvolver o pensamento crítico dos educandos na era da pós-verdade. Para tanto, consideramos necessário alicerçar a pesquisa na filosofia da Ciência. Sendo assim, este artigo analisa a temática do ensino de Ciências na era da pós-verdade, na ótica das contribuições do epistemólogo das Ciências, Gaston Bachelard, sobre a construção do espírito científico. Utilizamos a metodologia de trabalho baseado na pesquisa qualitativa do tipo bibliográfico, fundamentado na obra de Bachelard (1996): “A formação do espírito Científico – contribuição para uma psicanálise do conhecimento”.

A construção do Espírito Científico

Os conhecimentos científicos, que formam parte da cultura de nossa sociedade, são aprendidos nos mais variados níveis de ensino (Silva; Kalhil, 2018), de acordo com Lima *et al.* (2019, p. 175), “ainda que haja outras formas de divulgação científica, é na escola que a maioria das pessoas recebe seu conhecimento sobre não somente os conteúdos da ciência, mas (ainda que implicitamente) sobre o que é a Ciência”.

A discussão sobre o que é a Ciência e sua natureza torna-se fundamental quando tratamos das *Fake News*. Entender, como diria Fourez (2009, p. 9) o “sentido humano das ciências e a criatividade que lhes é inerente” pode contribuir para a reflexão acerca da compreensão do conceito de ciências elaborado pela sociedade e repercutido nela mesma, mediante as notícias que podem ser falsas, causando problemas sérios, tais como o movimento antivacina que se verifica em tempos contemporâneos.

Necessário se faz também compreender a relação entre as ciências e as ideologias, que podem ser consideradas inseparáveis, o que afeta o ensino de Ciências nas escolas. Dentre os desafios que se apresentam Fourez destaca “as críticas dos discursos ideológicos pelo discurso científico (rupturas epistemológicas), limites e interesses dos discursos face aos discursos globalizantes, a ideologia da cientificidade, a ética frente às ideologias” (2009, p. 219). É nesta perspectiva que recorreremos a Bachelard, para nos ajudar a entender as *Fake News* da área científica e a formação do espírito científico.

De acordo com Bachelard (1996), historicamente o pensamento científico pode ser dividido em três períodos: o estado pré-científico – séculos XVI, XVII até XVIII; o estado científico – fim do século XVIII, XIX e início do século XX; e o novo espírito científico – a partir do ano de 1905, tendo a Relatividade de Einstein como marco principal. Para ele, a construção do espírito científico passa por três estados: estado concreto, estado concreto-abstrato até atingir o terceiro estado, o abstrato.

O saber científico não se encontra pronto, logo, para o referido autor esse saber deve ser reformulado, e as verdades científicas devem ser submetidas e confrontadas sob diferentes pontos de vista, para que então haja uma ruptura dos conhecimentos científicos e aconteça a evolução da ciência. Apesar da ciência se desenvolver em um processo descontínuo a partir dessas rupturas, o espírito científico nunca é jovem, pois traz consigo conceitos já pré-estabelecidos, mesmo que seja para contradizê-los. Para Bachelard a ideia de que o conhecimento se encontra pronto inibe o indivíduo de construir novos conhecimentos, “diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber” (1996, p. 18).

Aceitar a mudança é essencial para desenvolver o espírito científico. A formação do espírito científico, segundo Bachelard, enfrenta alguns obstáculos, que

devemos buscar superar e um deles é a opinião: “não se pode basear nada em opinião: antes de tudo é preciso destruí-la” (Bachelard, 1996, p.18). Em outros termos, não se faz ciência com opinião. A ciência busca resolver problemas e, assim, responder perguntas, gerando conhecimento e “se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico” (Bachelard, 1996, p.18).

Ao traçarmos um paralelo com a era da pós-verdade, em que as opiniões são supervalorizadas, devemos pensar o ensino de Ciências de forma a problematizar o conteúdo, mediante perguntas e não providenciando as respostas prontas e o conhecimento acabado. Assim, o ensino de Ciências por meio da problematização e da investigação, tem função essencial, não somente na formação do espírito científico, mas também na formação de um indivíduo crítico perante a sociedade.

Partindo do pressuposto que todo conhecimento surgiu como consequência de uma dúvida, questionamento ou problema e que nenhum conhecimento se encontra pronto e acabado, ao estimular e proporcionar meios para que o estudante possa – mediante a investigação – solucionar um problema, conseqüentemente promove-se os meios necessários para a (re-)construção de determinado conhecimento. Ensinar a pensar criticamente perpassa por ensinar a pensar fora do senso comum e a romper o obstáculo das opiniões. Ao problematizar determinado conteúdo o professor inicia a construção do conhecimento científico e assume que mais importante do que memorizar a informação isolada em si, deve-se ensinar a resolver problemas, pois estes sempre existirão.

Outro obstáculo para a formação do espírito científico de acordo com Bachelard é a “experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica – crítica esta que é, necessariamente integrante do espírito científico” (1996, p. 29). Os livros didáticos, por exemplo, quando abordam o conhecimento científico criam a ideia de que a ciência é natural, imóvel afastando o leitor das primeiras indagações, observações e do próprio contexto histórico-social. Algo parecido pode ser observado nos filmes de ficção científica que seduzem o espectador e as vezes não passam de imagens contraditórias e infundadas o que para o espírito científico, segundo Bachelard (1996, p. 45) são “verdadeiras regressões infantis” e que “podem ser divertidas, mas nunca instrutivas” e além disso a “imagem pitoresca provoca a adesão a uma hipótese não verificada”, algo que pode ser observado também nas *Fake News*.

A primeira impressão, seja de uma imagem pitoresca ou de uma notícia falsa, pode levar a conexões errôneas que são difíceis de serem desfeitas.

Ainda sobre as experiências primeiras, Bachelard reitera:

o fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício pode ser um obstáculo para a cultura científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens. (Bachelard, 1996, p. 36)

Essa inclinação pela admiração e pelas imagens vai de acordo com a dinâmica de compartilhamento de notícias falsas. Em 2016, um *website* de sátiras de notícias, compartilhou em sua página no Facebook uma notícia do próprio *website* com o título “*Study: 70% of Facebook users only read the headline of science stories before commenting*” (Estudo: 70% dos usuários do Facebook apenas leem a manchete das histórias científicas antes de comentar, tradução nossa), eis que ao abrir a notícia o usuário iria se deparar com um texto em Latim, totalmente descontextualizado que havia sido gerado automaticamente, trazendo palavras randomizadas. Na época a notícia foi compartilhada por aproximadamente 46 mil pessoas, hoje 5 anos depois a mesma notícia já foi compartilhada mais de 190 mil vezes (DEWEY, 2016). Um estudo realizado em 2016, aponta que 59% das URLs compartilhadas no Twitter não são abertas por quem a compartilhou, enfatizando que as pessoas são atraídas pelo título e pela a imagem e muitas vezes não leem o que estão compartilhando (Gabelkov *et al.*, 2016).

Uma pesquisa realizada pela *Idea Big Data* no Brasil, mostrou que 44% dos entrevistados não checam a veracidade das notícias antes de compartilha-las e 52% confia em notícias enviadas por familiares nas mídias sociais (Folha de São Paulo, 2019), evidenciando o fenômeno da pós-verdade. Estes dados trazem luz a uma reflexão a respeito do tempo científico e do tempo virtual, enquanto a ciência segue uma rigorosa metodologia antes de publicar seus achados, que por sua vez demanda muito tempo, a internet, em especial as redes sociais, não se submetem ao mesmo rigor e uma notícia compartilhada pode alcançar milhares de pessoas quase instantaneamente. Além disso, como abordado por Britto e Mello, se a notícia falsa trata de algo desconhecido ou ainda pouco estudado pela ciência, como as *Fake News* relacionadas à Covid-19, a sua desmistificação se torna ainda mais difícil, “o tempo para produção de uma notícia falsa é definitivamente menor do que o tempo gasto

para provar através do método científico que esta ou aquela hipótese/teoria é falsa” (2020, p.5). De acordo com essa perspectiva, a escola, em especial o ensino de Ciências, não pode se limitar a dizer aos estudantes que é importante checar a fonte das notícias recebidas, é necessário problematizar e apontar as consequências que esse tipo de notícia pode vir a trazer, qual é o impacto das *Fake News* na sociedade? E na Ciência? E na saúde pública?

Uma pesquisa encomendada pelo Senado Federal Brasileiro mostra que 79% dos brasileiros usam sempre o *Whatsapp* como fonte de informação mais importante, por outro lado, os jornais impressos representam apenas 8% da fonte primordial de informação dos brasileiros (Senado Federal, 2019). Ressalta-se aqui a importância da divulgação científica nos mais variados ambientes, inclusive o ambiente virtual, em linguagem acessível de modo a atingir o maior número de pessoas. Entende-se por divulgação científica a garantia do acesso da população aos conhecimentos da ciência e da tecnologia, de forma que a população por si só identifique os impactos da ciência no dia a dia e na sociedade como um todo (Souza; Rocha 2017).

A divulgação científica pode assumir diversas formas – vídeos, palestras, exposições, museus, artigos em revistas, entre outros. Em seu trabalho “Midiatização da Ciência”, Oliveira (2018), aponta as mídias sociais como uma nova ferramenta para a divulgação científica, a qual dispensa um veículo emissor permitindo que sujeitos de diferentes saberes contribuam para a disseminação do conhecimento científico. Cabe aqui refletir a respeito de: como o ensino de Ciências se apropriando de tecnologias digitais, como por exemplo as mídias sociais, pode contribuir para a divulgação científica e o desenvolvimento do espírito científico?

Outro obstáculo descrito por Bachelard para se desenvolver o espírito científico é a generalização. Ao criticar as generalidades, muitas vezes de forma arbitrária, feitas por filósofos seguindo o raciocínio indutivo Bachelard afirma:

Há de fato um perigoso prazer intelectual na generalização apressada e fácil. A psicanálise do conhecimento objetivo deve examinar com cuidado todas as seduções da *facilidade*. Só com essa condição pode-se chegar a uma teoria da abstração científica verdadeiramente sadia e dinâmica (Bachelard, 1996, p.69).

Para o autor esse tipo de generalização marca o espírito pré-científico e explica: “O pensamento pré-científico não limita seu objeto: mal conclui uma experiência

específica, já procura generalizá-la aos mais variados domínios” (Bachelard, 1996, p.84). Portanto, não se pode produzir ciência, partindo de generalidades mal colocadas. Muitas vezes, pessoas desonestas intelectualmente se apropriam de argumentos científicos, como é o caso do raciocínio indutivo, para elaborar notícias facciosas. No contexto atual, da pandemia da COVID-19 causada pelo vírus SARS-CoV-2, surgiram muitas *Fake News* e ficou perceptível o fenômeno da pós-verdade – pessoas acreditando no que lhes convém e no que elas desejam acreditar, ignorando os fatos e a própria ciência. Dentre as notícias falsas com grande aceitabilidade por parte da população destacam-se as envolvendo medicamentos que dizem curar a doença, como a hidroxicloroquina. A partir de um fato isolado – o indivíduo doente fez uso da hidroxicloroquina e se curou – se generaliza sem antes mesmo investigar esse fenômeno e submetê-lo a contradições – hidroxicloroquina cura a Covid-19. Considerando a existência de alguns artigos (Piller, 2020; Tang *et al.*, 2020; Geleris *et al.*, 2020; Ferner; Aronson, 2020) que demonstram que não existe correlação entre o uso do medicamento e a cura da doença e o crescente número de pessoas com certo grau de instrução que creem que o medicamento funciona, suscita a reflexão: como a ciência é compreendida pela população? Qual é o papel do ensino de Ciências diante de tal panorama?

Nessa perspectiva, Bachelard nos convida a pensar em leis científicas já consolidadas que muitas vezes são apresentadas no ensino básico de forma tão completa, fechada, que se deixa de estudar o fenômeno em si. Em congruência com esse pensamento, Lima *et al.* (2019), propuseram em seu trabalho reflexões a respeito do papel do Ensino de ciências na era da pós-verdade, evidenciando que na maioria das vezes a fragilização da ciência se dá pela visão reduzida de como ela é apresentada no ensino tradicional. Além disso, os autores sugerem um novo olhar sob o engajamento no Ensino de Ciências, destacando a importância de salientar evidências articuladas com uma rede de dados, experimentos, teorias, etc. ao invés de adotar uma abordagem instrumentalista, como a maior parte dos livros didáticos o faz, evidenciando apenas o fato autônomo.

(...) pode-se notar que alunos ou pessoas fora do meio acadêmico, quando são perguntadas sobre o formato da Terra, costumam responder “redonda”. Quando perguntadas sobre como elas sabem isso, respondem “porque aprendi assim”. (...) ao invés de ensinar simplesmente que a Terra é redonda ou que vacinas funcionam, pode-

se discutir quais são as evidências que sustentam tais ideias (...).
(Lima *et. al*, 2019, p. 178)

Discutir as evidências que sustentam determinada informação, estimula o questionamento, que é essencial para lidar com informações de caráter duvidoso. O ensino de ciências, desde os anos iniciais, deve se esforçar para romper com os obstáculos citados, de maneira a desenvolver o senso crítico, o espírito científico e não dar espaço a crenças e *Fake News*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela observação dos aspectos analisados relacionados as *Fake News*, à luz das ideias da epistemologia de Gaston Bachelard, nota-se a necessidade de buscar na história da Ciência, elementos e reflexões que contribuam para o ensino de Ciências, no que tange a prática docente, na era da pós-verdade. Ao descrever o desenvolvimento do espírito científico o referido autor identifica alguns obstáculos que precisam ser superados, o primeiro deles é a opinião, pois não se faz ciência com opinião, algo muito presente na era da pós-verdade, nesse sentido o ensino de Ciências por meio da problematização e da investigação, se faz essencial não somente na formação do espírito científico, mas também na formação de um indivíduo crítico perante a sociedade. Outro obstáculo descrito por Bachelard analisado neste artigo é a experiência primeira, colocada antes da crítica, que é percebida em diferentes formatos, em alguns livros didáticos, por exemplo, que criam a ideia de que a ciência é imóvel, afastando o estudante do espírito científico ou em filmes de ficção científica que trazem imagens que não condizem com a realidade e podem levar o telespectador a conexões errôneas que são difíceis de serem desfeitas, a mesma dinâmica pode ser observada no que concerne as *Fake News* e o compartilhamento dessas notícias. O que nos leva a reflexão a respeito do tempo científico e do tempo virtual e a importância do Ensino de Ciências não se limitar a dizer aos estudantes que é necessário checar a fonte das notícias recebidas, e sim problematizar e apontar as consequências que esse tipo de notícia pode vir a trazer. O último obstáculo analisado nesse artigo diz respeito a generalização, algo evidenciado no atual contexto da pandemia da COVID-19, onde notícias falsas afirmam a partir de generalizações mal colocadas, que remédios, como a hidroxicloroquina são capazes de curar a doença mesmo que estudos científicos digam o contrário.

Ao identificar esses obstáculos em diferentes situações na contemporaneidade entende-se a importância de superá-los. Diante de um momento em que crenças, opiniões e *Fake News* repercutem mais do que o conhecimento científico, a epistemologia de Bachelard se faz ainda mais necessária e urgente, principalmente no ensino de Ciências, uma vez que nos auxilia a entender o caminhar pela construção de um conceito de ciência e de um espírito científico capaz de formar sujeitos críticos diante das notícias.

Considerando a emergência do tema discutido neste ensaio, levanta-se algumas questões: como a ciência é compreendida pela população? Qual é o papel do ensino de ciências na era da pós-verdade?

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico, contribuição para uma psicanálise do conhecimento**, tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro - Contraponto, 1996.
- BRITTO, Daniella Maria Coelho; MELLO, Irene Cristina. **O estudo dos vírus por intermédio da desmistificação de fake news – um relato de experiência**. In: Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre. V. 1, n. 11, 2020. Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre. Disponível em: <<http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/ueadsl/article/view/17030>>. Acesso em: 25 de setembro de 2020.
- DEWEY, Caitlin. 6 in 10 of you will share this link without reading it, a new, depressing study says. **The Washington Post**, jun. 2016. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/news/the-intersect/wp/2016/06/16/six-in-10-of-you-will-share-this-link-without-reading-it-according-to-a-new-and-depressing-study/>> Acesso em: 21 de setembro de 2020.
- FERNER, Robin; ARONSON, Jeffrey. **Chloroquine and hydroxychloroquine in covid-19**. *BMJ*, abril de 2020. Disponível em: <<https://www.bmj.com/content/bmj/369/bmj.m1432.full.pdf>>. Acesso em 25 de setembro de 2020.
- FOUREZ, Gerard. *A Construção das Ciências: As Lógicas das Invenções Científicas*. Porto Alegre, RS: Instituto Piaget Brasil, 2009, 405p
- GABIELKOV, Maksym; RAMACHANDRAN, Arthi; CHAINTREAU, Augustin; LEGOUT, Arnaud. Social Clicks: What and Who Gets Read on Twitter? **ACM SIGMETRICS / IFIP**, Jun 2016. Disponível em: <<https://hal.inria.fr/hal-01281190/document>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020
- GELERIS, Joshua *et al.* **Observational Study of Hydroxychloroquine in Hospitalized Patients with Covid-19**. *The New England Journal of Medicine*, Maio de 2020.

LIMA, N. W. *et al.* **Educação em ciências nos tempos de pós verdade: reflexões metafísicas a partir dos estudos das ciências de Bruno Latour.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019.

Mais de 80% dos brasileiros acreditam que redes sociais influenciam muito a opinião das pessoas. **Senado Federal Brasileiro**, 10 de dezembro de 2019. Disponível em: < <https://www12.senado.leg.br/institucional/datasenado/materias/pesquisas/mais-de-80-dos-brasileiros-acreditam-que-redes-sociais-influenciam-muito-a-opiniao-das-pessoas>>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

OLIVEIRA, Thaiane. **Midiatização da ciência: reconfiguração do paradigma da comunicação científica e do trabalho acadêmico na era digital.** Matrizes, São Paulo, v. 12, n. 3, set./dez. 2018.

PILLER, Charles. Former FDA leaders decry emergency authorization of malaria drugs for coronavirus. Science Magazine, Health, Science and Policy, Coronavirus, 7 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.sciencemag.org/news/2020/04/former-fda-leaders-decry-emergency-authorization-malaria-drugs-coronavirus>>. Acesso em: 22 de setembro de 2020.

SILVA, Wender Antonio; KALHIL, Josefina Barreira. **Tecnologias digitais no ensino de ciências: reflexões e possibilidades na construção do conhecimento científico.** Cascavel: Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação em Matemática, 2018.

SOUZA, Pedro Henrique Ribeiro de; ROCHA, Marcelo Borges. **Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia.** Ciência e Educação, Bauru, v.23, n. 2, p. 321 – 340, 2017.

TANG, Wei *et al.* Hydroxychloroquine in patients with mainly mild to moderate coronavirus disease 2019: open label, randomised controlled trial. BMJ, 2020. Disponível em: < <https://www.bmj.com/content/369/bmj.m1849>>. Acesso em 25 de setembro de 2020.

TEIXEIRA, Adriana, **Fake news contra a vida: desinformação ameaça vacinação de combate contra à febre amarela.** 2018. 98 f. Tese (Mestrado em comunicação e semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2018.

2 em cada 3 receberam fake news nas últimas eleições, aponta pesquisa. **Folha de São Paulo**, Londres, 19 de maio de 2019. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/poder/2019/05/2-em-cada-3-receberam-fake-news-nas-ultimas-eleicoes-aponta-pesquisa.shtml>>. Acesso em: 24 de setembro de 2020.

Capítulo 5

**PERDA DA BIODIVERSIDADE E O
SURGIMENTO DE DOENÇAS: UM PANORAMA
DAS PRODUÇÕES NACIONAIS NA ÚLTIMA
DÉCADA**

Lázaro Araújo Santos

Thais Marques da Silva



PERDA DA BIODIVERSIDADE E O SURGIMENTO DE DOENÇAS: UM PANORAMA DAS PRODUÇÕES NACIONAIS NA ÚLTIMA DÉCADA²

Lázaro Araújo Santos³

Licenciado em Ciências biológicas (IFbainao), especialista em neurociências (FAVENI), Mestrando do programa de pós graduação em Educação Científica (UESB): Realizando pesquisas concernentes a biodiversidade, saúde e ensino.

Thais Marques da Silva⁴

Licencianda em ciências biológicas (IFbaiano).

Resumo

É evidente a relação que existe entre perda da biodiversidade e o surgimento de novas patologias humanas. Contudo, foi com o advento da Pandemia do Sars-Cov-2, que essa relação ficou ainda mais explícita, fazendo-se necessária que fosse repensada a forma como estamos lidando com a natureza que nos cerca, tendo em vista a necessidade de se abordar tal relação: perda da biodiversidade/surgimento de patologias humanas, o presente trabalho objetiva apontar como as produções nacionais nos últimos dez anos vêm abordando a relação entre o depauperamento da biodiversidade e o surgimento de novas enfermidades humanas. Para tanto, uma busca bibliográfica foi realizada sendo analisado ao final 110 trabalhos. A partir dessa análise inferimos três principais temáticas discutidas: a urbanização e maior contato com a fauna selvagem e, portanto, com patógenos desses animais e/ou vetores; produções que enfocavam na relação entre surgimento de patologia com a poluição e destruição de ecossistemas; além de discussões que se centravam na relação entre caça e ingestão de animais silvestres. Assim foi possível inferir que há a necessidade de que mais produções relacionadas à perda da biodiversidade e patologias possam ser realizadas a fim de possibilitar não apenas o aparecimento de novas doenças, além dos surtos por doenças já conhecidas, como também protegermos a diversidade biológica que ainda existe.

Palavras-chaves: Conservação; Diversidade biológica; Saúde humana.

² Esse trabalho se encontra nos Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1) / Diones Krinski – Tangará da Serra, 2021, p. 145.
(<https://drive.google.com/drive/folders/1aUUzwAX881ltE3bFoXAe5gSExBg32CPy>)

³ Mestrando em Educação científica – Universidade estadual do Sudoeste da Bahia.
Lazaro15@Hotmail.com

⁴ Licencianda em ciências biológicas- Instituto Federal baiano de educação, ciências e tecnologia.
thaismarques2502@gmail.com

Abstract

The relationship between loss of biodiversity and the emergence of new human pathologies is evident. However, it was with the advent of the Sars-Cov-2 Pandemic that this relationship became even more explicit, making it necessary to rethink the way we are dealing with the nature that surrounds us, in view of the need to address such relationship: loss of biodiversity/emergence of human pathologies, this paper aims to point out how national productions in the last ten years have been addressing the relationship between the depletion of biodiversity and the emergence of new human diseases. For this purpose, a bibliographical search was carried out and 110 works were analyzed at the end. From this analysis, we infer three main themes discussed: urbanization and greater contact with wild fauna and, therefore, with pathogens of these animals and/or vectors; productions that focused on the relationship between the emergence of pathology and the pollution and destruction of ecosystems; in addition to discussions that centered on the relationship between hunting and ingestion of wild animals. Thus, it was possible to infer that there is a need for more production related to the loss of biodiversity and pathologies to be carried out in order not only to enable the emergence of new diseases, in addition to known disease outbreaks, but also to protect the biological diversity that is still exist.

Keywords: Conservation; Biological diversity; Human health.

INTRODUÇÃO

A destruição crescente da natureza e a ascendente perda da biodiversidade vem sendo documentada e relatada há muito tempo (MENDONÇA, 2000). Desde o século passado reuniões, fóruns e encontros entre autoridades internacionais vêm acontecendo a fim de estabelecer meios que possam mitigar essa destruição desenfreada da diversidade biológica protagonizada por atividades humanas (AGUIRRE, 2017).

Contudo, a humanidade insiste em um crescimento desorganizado e uma invasão cada vez mais acentuada aos ambientes selvagens, corroborando para inúmeras consequências, tais como: mudanças climáticas, depleção de recursos naturais e o surgimento de doenças humanas potencialmente fatais (MENDOÇA, 2000).

Em relação a essa última consequência, é notório o aumento no aparecimento e/ou reaparecimento de doenças de cunho zoonótico (ou seja, doenças que transitam entre homens e outros animais) desde meados do século XX (PAVANELLI, 2019). De acordo Schmeller (2020) 75% das doenças que surgiram ou ressurgiram nos últimos anos são advindas de microorganismos que originalmente encontravam-se apenas em outros animais, tanto domésticos quanto selvagem.

Autores, tal como Mendonça (2000), relacionam esse aumento no número de doenças humanas advindas de microorganismo que antes se encontravam apenas em animais – que não os seres humanos –, a perda e destruição da biodiversidade e dos diferentes ecossistemas do planeta (PAVANELLI, 2019).

Dentre as principais patologias relacionadas com a perda da biodiversidade destacam-se doenças virais como as causadas pelo vírus Machupo; Ebola; Hantavírus; os Coronavírus e as Arboviroses (virose cujos vetores são artrópodes) (ZANELLA, 2016). Além das patologias não virais tais como Malária, e doenças resultantes da floração de dinoflagelados (OLIVEIRA; BASTOS; NEVES, 2011).

Tendo em vista ao apresentado, o trabalho em questão possui como objetivo, apontar como as produções nacionais nos últimos dez anos vêm abordando a relação entre perda da biodiversidade e o surgimento de novas patologias humanas.

METODOLOGIA

A presente pesquisa se configura como qualitativa de caráter analítico documental, uma vez que segundo Ludke e André (1986), pesquisas dessa natureza buscam pela verificação e retirada de unidades de significados das informações contidas em documentos, publicações ou outros escritos, que suscitem respostas a uma questão de pesquisa de um fenômeno estudado.

Sendo que para o cumprimento do objetivo apresentado na introdução, foi realizada uma busca bibliográfica em três plataformas que funcionam como repositórios acadêmicos nacionais: o portal de periódico da CAPES; O Google acadêmico e a SCIELO. Foram utilizados como descritores os seguintes termos: Perda da biodiversidade; Patologia humana; surgimento; zoonose; transbordamento/*spill-over*.

Tiveram a leitura completa os trabalhos que apresentassem no título ou palavras-chaves ao menos dois os descritores utilizados, e que estivessem publicados em periódicos brasileiros, que compreendesse o recorte temporal de 2010 até 2020, e que estivessem escritos em português, além de está disponível gratuitamente.

Após realizada a etapa de aquisição dos trabalhos seguiu-se uma análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011) a fim de obter as principais formas de como a abordagem da relação perda da biodiversidade e surgimento de doenças humanas vem se dando.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Como resultado da busca bibliográfica por nós realizada foi obtido um total de 213 trabalhos, sendo que apenas 110 se enquadraram nos filtros que estipulamos no desenho metodológico já descrito.

Após a leitura e análise textual discursiva dos trabalhos que se enquadravam no nosso percurso metodológico, foi possível inferir três categorias que abarcavam, de forma geral, as discussões levantadas nessas produções. Em suma, essas categorias foram classificadas com base nas seguintes discussões averiguadas: urbanização e maior contato com a fauna selvagem e, portanto, com patógenos desses animais e/ou vetores; produções que enfocavam na relação entre surgimento de patologia com a poluição e destruição de ecossistemas; além de discussões que se centravam na relação entre caça e ingestão de animais silvestres.

Em relação às discussões que possuíam como foco a urbanização e, conseqüentemente o maior contato com a fauna selvagem, averiguamos 51 trabalhos, sendo o fator que se destaca é a relação feita por diferentes autores (SOARES; ALENCAR; CAVALCANTE, 2014); (DIAS-LIMA, 2014); (BORGES; CARNEIRO, 2020) sobre a maior incidência de casos relacionados a patologias tais como as arboviroses em locais cuja suas construções se deram de forma desorganizada, primordialmente através da invasão e destruição de matas ou áreas afins e pelo aumento do contato entre seres humanos e vetores como, por exemplo, mosquitos.

Assim podemos observar, com base nos autores que tiveram como foco discussões voltadas para a construção de assentamentos humanos em locais outrora selvagens, que a aproximação não pensada e feita de modo desordenado das populações humanas e dos animais silvestres, bem como seus patógenos, tem contribuído substantivamente para caso de ressurgimento e surgimento de surtos, e até epidemias, de diferentes moléstias, exemplo: Dengue; Febre Amarela; hantaviroses (SILVA; BRANDÃO; VITÓRIA, 2019).

Sendo, dessa forma, necessário que autoridades e tomadores de decisões, bem como a comunidade acadêmica, planejem e esquematizem formas, medidas e meios que possibilitem que as comunidades possam ter suas moradias, mas que também haja uma preservação da diversidade biológica, nesse caso ecossistêmica, a fim de manter uma distância segura entre as pessoas e esses patógenos.

Já em relação aos trabalhos que nortearam suas discussões na relação entre surgimento de patologia com a poluição e destruição de ecossistemas, foram obtidos 41 produções como as realizadas por Moura *et al.*, (2011); Oliveira; Bastos; Neves (2011); Virgens (2019), nos quais observamos as interseções realizadas por esses pesquisadores entre a devastação de habitats naturais, a fragmentação de diferente ambiente e a poluição na qual os ecossistemas, mais enfaticamente os aquáticos, vêm sendo submetidos, com o aparecimento ou reaparecimento de doenças em humanos.

Nessas produções é evidente a ênfase dada na necessidade de manterem-se os ecossistemas íntegros e a biodiversidade o mais rica possível, uma vez que dessa maneira as barreiras naturais que existem contra a propagação, assim como os saltos entre espécies, que os diferentes microorganismos podem realizar é asseverada em sua plenitude (AMARAL, 2020) (VIRGENS, 2019).

É ainda ressaltado pelos pesquisadores que classificamos nessa categoria que a poluição, tal como o despejo de matéria orgânica nos oceanos, pode levar ao exagerado crescimento populacional de dinoflagelados que poderá, via processo de biomagnificação, intoxicar os seres humanos através das substâncias produzida por esses microorganismos (MOURA *et al.*, 2011).

Assim como na discussão da categoria anterior, é nítido que existe uma urgente necessidade de repensarmos a forma com a qual estamos interagindo com o meio ambiente e, conseqüentemente a biodiversidade nele presente. E para tanto, é preciso que nossa forma de produção, de consumo e retirada de matérias primas da natureza sejam revistas, caso contrário não será apenas com as patologias que temos que lidar, mais, também, com mudanças climáticas extremas e com o depauperamento, cada dia mais evidente, dos recursos naturais.

A terceira categoria que levantamos a partir dos trabalhos investigados, diz respeito às discussões que se centravam na relação entre caça e ingestão de animais silvestres. Foram averiguadas 16 produções com essa temática. Os autores reportam a casos relacionados tanto a patologias virais, quanto as não virais, e apresentam como essa interação – caçador /caça – ao ser levado a exaustão pode contribuir tanto no acometimento da população a doenças potencialmente fatais, assim como a extinção de espécies importantes ecologicamente (COSTA; FERREIRA; ALMEIDA, 2013); (AMARAL, 2020).

Por quanto, considerando a importância que atividade de caça possui para algumas comunidade nativas em algumas regiões do país, é mister que políticas e medidas legais, assim como ações educativas sejam promovidas com a finalidade de mitigar a ação abusiva e desmedida de caça, e tais medidas fazem-se necessárias tanto devido a proteção da fauna e, por consequência, dos ecossistemas que subjazem a dinâmica desses animais, como, também, para diminuir o risco de que algum vírus ou outro microorganismo possa, a partir desse contato entre os humanos e animais caçados, mediante processos mutacionais – no caso dos vírus – infectar o homem.

CONCLUSÃO

Tendo em vista ao apresentado, cabe afirmar que é preciso mais produções que objetivem o estudo minucioso da relação entre perda da biodiversidade, destruição da natureza, com o surgimento ou ressurgimento de patologias. Além disso, é possível concluir que os estudos relacionados a essas temáticas no Brasil centram-se na discussão relacionada à urbanização, sendo, portanto, necessário, também, um olhar mais amplo e multi-causal referente aos diversos motivos que estão associados ao aparecimento de doenças.

Ademais, ressaltamos que muito ainda precisa ser feito para não só entendermos satisfatoriamente as implicações diretas e indiretas da perda da biodiversidade na saúde humana, como também para criarmos ações que tenham por objetivo a proteção da diversidade biológica existente, bem como a permanência da espécie humana nesse planeta.

Referências

AGUIRRE, A. A. Changing patterns of emerging zoonotic diseases in wildlife, domestic animals, and humans linked to biodiversity loss and globalization. **ILAR Journal**, v. 58, n. 3, p. 315-318, 2017.

AMARAL, C. P. Zoonoses x mutações: qual a relação com as questões ambientais?. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 4, p. 310-326, 2020.

BORGES, C.; CARNEIRO, G. P. Morcegos, humanos e pandemias: perspectivas de longa duração para o entendimento das relações entre sociedades e

ambientes. **Tessituras: Revista de Antropologia e Arqueologia**, v. 8, n. 1, p. 128-156, 2020.

COSTA, A. F.; PEREIRA, A. L. M.; ALMEIDA, K. de. S. Fauna helmintológica de cutias (*dasyprocta* spp.): implicações para produção comercial–revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 21, p. 1-20, 2013.

DIAS-LIMA, A. Ecologia médica: uma visão holística no contexto das enfermidades humanas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 38, n. 2, p. 165-172, 2014.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U. 1986.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in) sustentabilidade ambiental. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 4, 2000.

MORAES, R; GALIAZZ, M. C.. Análise Textual Discursiva. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.

MOURA, J. F. D.; CARDOZO, M.; BELO, M. S. D. S. P.; HACON, S.; SICILIANO, S. A interface da saúde pública com a saúde dos oceanos: produção de doenças, impactos socioeconômicos e relações benéficas. **Ciencia & saude coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3469-3480, 2011.

OLIVEIRA, M. M. D.; BASTOS, J. D. C.; NEVES, M. H. C. B. Toxinas de cianobactérias e microalgas marinhas: um desafio para a ecotoxicologia aquática. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, v. 4, n. 1, p. 57-80, 2011.

PAVANELLI, G. C.; AVELAR, A. C. S.; DONIDA, C. C.; MORAES, W. A. S.; GARCIA, L. F. Análise integrativa das principais zoonoses de ocorrência no brasil. **Revista Valore**, v. 4, p. 302-309, 2019.

SCHMELLER, D. S.; COURCHAMP, F.; KILLEEN, G. Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks. **Biodiversity and conservation**, v. 29, n., p. 3095-3102, 2020.

SILVA, A. V. B. de. A.; BRANDÃO, C. R. P.; VITÓRIA, N. S.. Percepção ambiental acerca da tríplice epidemia (dengue-chikungunya-zika) e sua relação com os resíduos sólidos. **Semioses**, v. 13, n. 2, p. 13-27, 2019.

SOARES, J. A. S.; ALENCAR, L. D. de; CAVALCANTE, L. P. S. Impactos da urbanização desordenada na saúde pública: leptospirose e infraestrutura urbana. **Polêm! ca**, v. 13, n. 1, p. 1006-1020, 2014.

VIRGENS, A. da. C.; PRATES, J. L.; MARQUES, G. P.; SOUZA, C. L. de.; SILVA, E. S. da.; VIANNA, A. C. D.; PAUDARCO, L. da. S. A poluição como impacto ambiental na saúde pública sob o olhar dos enfermeiros da atenção primária. **Atas de Saúde Ambiental-ASA**, v. 7, n. 1, p. 42, 2019.

ZANELLA, J. R. C. Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para saúde e produção animal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 51, n. 5, p. 510-519, 2016.

Capítulo 6

**QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS
ANTIOXIDANTES EM EXTRATO DE ERVA-
MATE (ILEX PARAGUARIENSIS)
MICROENCAPSULADO COM
MALTODEXTRINA POR SPRAY DRYER**

Maiara Zanoelo

Edimir Andrade Pereira



QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES EM EXTRATO DE ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS*) MICROENCAPSULADO COM MALTODEXTRINA POR *SPRAY DRYER*

Maiara Zanoelo

Atuação: Processamento de Alimentos. Formação: Graduação em Química (UTFPR, 2019). Mestranda em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (PPGTP/UTFPR), maiarazanoelo@alunos.utfpr.edu.br

Edimir Andrade Pereira

Atuação: Produtos Naturais, Reologia de Alimentos, Processamento de Frutas e Hortaliças, Processamento de Leite e Derivados, Drageamento de Alimentos. Formação: Doutorado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ, 2007); Mestrado em Engenharia Agrícola (UFMG, 2001), Graduação em Química Industrial (UEPB, 1997).

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) é uma planta nativa da América do Sul e, após a colheita, passa pelos ciclos de cancheamento, seguido de torrefação e extração dos sólidos solúveis, para formação do chá mate tostado solúvel. Sua composição inclui compostos bioativos, como flavonoides (rutina e quercetina) e metilxantinas (cafeína), além de ácidos fenólicos. A microencapsulação busca melhorar a estabilidade dos compostos com atividade antioxidante, incorporando um agente encapsulante. Assim, este trabalho buscou quantificar os teores de cafeína, rutina e quercetina, bem como validar o método utilizado, via Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), comparando os resultados obtidos entre amostras de extrato de erva-mate tostada solúvel e microencapsulada com maltodextrina. No método utilizado foi possível observar a eluição dos três compostos de interesse. As amostras de extrato de erva-mate solúvel tostada e de extrato de erva-mate solúvel tostada microencapsulada apresentaram que os teores de cafeína variaram de 20,305 a 7,454 mg·g⁻¹, rutina de 3,303 a 2,294 mg·g⁻¹ e quercetina de 2,203 a 4,802 mg·g⁻¹. Conclui-se que o método utilizado foi eficiente, pois houve eluição de todos os compostos de interesse e a quantificação dos mesmos foi possível, também se observou variação nos teores dos bioativos entre as amostras devido a adição do agente encapsulante e os lotes analisados.

Palavras-chave: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. Cafeína. Flavonoides.

Abstract: Yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) is a native plant from South America and, after harvest, goes through the cycle of “cancheamento”, followed by roasting and extraction of soluble solids, for the formation of soluble toasted mate tea. Your composition includes bioactive compounds as flavonols (rutin and quercetin), methylxanthines (caffeine), and phenolic acids. The microencapsulation seeks to improve stability of compounds with antioxidant activity, incorporating encapsulating agents. Thus, this work sought to quantify the levels of caffeine, rutin and quercetin, as well as to validate the method used, via High Performance Liquid Chromatography (HPLC), comparing the results obtained between a soluble roasted mate extract and microencapsulated with maltodextrin. In the method used it was possible to observe the elution of all the interest compounds. The samples of toasted and soluble yerba-mate extract and toasted soluble microencapsulated yerba-mate extract showed that the content of caffeine varied from 20.035 to 7.454 mg·g⁻¹, rutin varied from 3.303 to 2.294 mg·g⁻¹ and quercetin varied from 2.203 to 4.802 mg·g⁻¹. It was concluded that the method used was efficient, because there was elution of all the interest compounds and the quantification of them were possible, it was also observed variation in the levels of bioactives between the samples due to the addition of the encapsulating agent and the batches analyzed.

Keywords: High Performance Liquid Chromatography. Caffeine. Flavonols.

INTRODUÇÃO

A erva-mate é amplamente consumida na forma de chimarrão e tereré, após suas folhas e talos passarem pelos processos de cancheamento e beneficiamento. Após o cancheamento, as folhas podem ser torradas para a fabricação do chá mate tostado, podendo ser comercializado para infusão ou, adicionando mais uma etapa, onde os sólidos solúveis são extraídos, comercializado como chá mate tostado solúvel. Este chá pode ser diretamente seco e embalado ou encapsulado via diferentes técnicas, como: *spray dryer*, leiteo fluidizado, *pan coating*, *spray chilling*, secagem a vácuo e liofilização e embalado para comercialização. A utilização de um agente encapsulante vem da necessidade de proteger os compostos bioativos presentes na erva-mate de interações com o ambiente.

Dentre os compostos bioativos, destacam-se a cafeína e antioxidantes como ácidos fenólicos e flavonoides (ácido clorogênico, ácido cafeico, rutina e quercetina). No organismo, apresentam-se como a defesa contra o ataque de radicais livres, sendo

interessante que estes antioxidantes sejam protegidos pelo máximo de tempo possível até o consumo, e assim temos a microencapsulação via *spray dryer* como alternativa interessante para a indústria, por apresentar boas características tecnológicas, ser facilmente empregada e facilitar a obtenção de produtos com grande concentração de compostos bioativos.

Assim, este trabalho busca quantificar cafeína, rutina e quercetina (metilxantina e flavonoides) em três extratos de erva-mate, sendo dois chás mate tostados e solúveis, pertencentes a diferentes lotes, e um chá mate tostado solúvel e microencapsulado com maltodextrina, por meio da técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), e também validar o método utilizado por meio de padrões analíticos de cada composto.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*), é o principal produto florestal não madeireiro da região sul do Brasil, sendo responsável por evolução de negócios e corresponsável emancipação do Paraná no século XIX (Junior & Goulart, 2019; Valduga *et al.*, 1997). Dentre o gênero *Ilex*, a variedade *Ilex paraguariensis* St. Hill é considerada ideal para exploração comercial e para o preparo de bebidas, como chimarrão e tereré, a partir de suas folhas e talos (Filip *et al.*, 2000; Maccari Junior, 2005).

Hoje, a produção de erva-mate apresenta grande importância para o sul do Brasil, com melhoramentos para aumento da produção em pequenas propriedades (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Cerca de 37 mil agricultores a tem como parte da renda no estado do Paraná, que detém o título de maior produtor nacional de folha de erva-mate verde, com produção anual média de 298.963 toneladas·ano⁻¹ (PARANÁ, 2019; IBGE, 2018).

Após a colheita, a erva-mate passa pelos ciclos de cancheamento (processos de sapeco, secagem e cancheamento propriamente dito) e beneficiamento (secagem, separação das folhas e palitos e mistura), cuja finalidade é a formação de qualidades de erva-mate para comercialização, com diferentes proporções de folhas e palitos (Malheiros, 2007).

O sapeco (passagem das chamas sobre o fogo) busca a retirada da umidade superficial e inativação de enzimas, como peroxidase e polifenol oxidase, para evitar a oxidação e modificações de cor, sabor e aroma, por meio do escurecimento enzimático (Esmelindro *et al.*, 2002; Malheiros, 2007). A secagem busca retirar a umidade restante, podendo ser feita em dois equipamentos diferentes, cuja diferença é o contato com fumaça (Esmelindro *et al.*, 2002). No cancheamento, a erva-mate é triturada e transformada em matéria-prima nas indústrias de beneficiamento, onde será transformada em chá mate e em erva-mate para chimarrão ou tereré (Mendes, 2005).

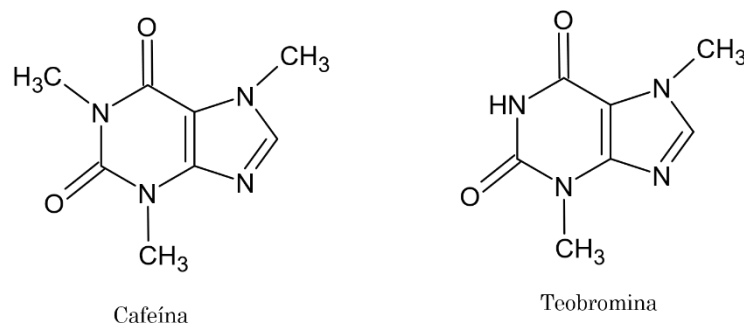
Para a produção de chá mate, é feita a torrefação por meio de calor indireto, para redução de umidade e desenvolvimento de cor e aroma característicos (Leprevost, 1987). Para o mate tostado solúvel, há extração de sólidos solúveis com água e secagem por atomização (Berté, 2011).

Segundo Da Croce (2002), a composição da erva-mate pode variar de acordo com o local e época de colheita, além de fatores edafoclimáticos. A umidade (água e substâncias voláteis e determinada temperatura) média encontrada para folhas cancheadas foi de 6,02% e o resíduo mineral fixo de 5,02%. Esmelindro *et al.* (2002) encontraram 10,84% de lipídios e 1,74% de nitrogênio (proteínas) em erva-mate cancheada.

A composição química da *Ilex paraguariensis* inclui ácidos fenólicos (ácidos cafeico e clorogênico), aminoácidos e outros compostos nitrogenados, antocianinas, flavonoides, terpenos, carotenoides, álcoois, vitaminas (como tiamina, riboflavina e ácido pantotênico) e metilxantinas (Rivelli, 2007). Flavonoides são compostos fenólicos, e em sistemas biológicos apresentam grande impacto, devido a sua capacidade antioxidante (Anesini, 2012).

Metilxantinas são metabólitos especializados, conhecidos como alcaloides purínicos, sendo que o mais abundante na natureza é a cafeína (1,3,7 trimetilxantina), seguida de teobromina (3,7 dimetilxantina) (Ashihara; Suzuki, 2004). A principal metilxantina encontrada na erva-mate é a cafeína, seguida por teobromina (Rivelli, 2007); de acordo com Da Croce (2002), a quantidade de cafeína varia de 0,8 a 2,0 g a cada 100 g de erva-mate, conforme descrito por diversos pesquisadores. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, encontra-se a estrutura química da cafeína.

Figura 1 - Estrutura química da cafeína e da teobromina.

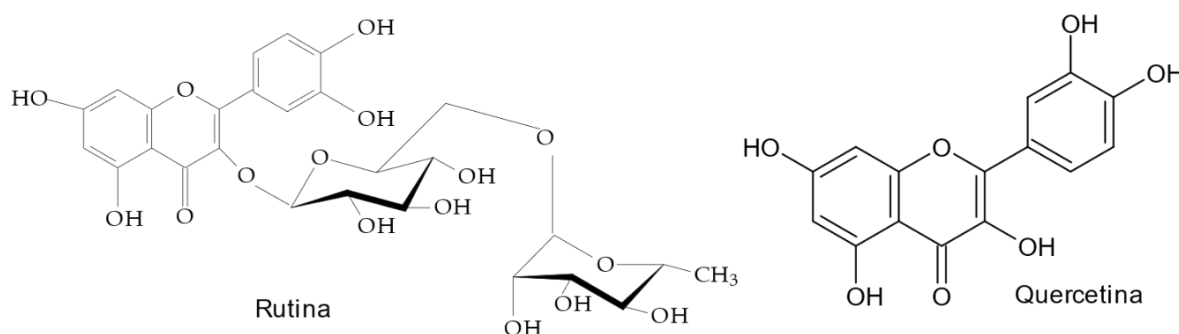


Fonte: Autoria própria, adaptado de Saldanã, 2009.

Dentre os flavonoides presentes na erva-mate, destacam-se rutina, quercetina (cujas estruturas se encontram na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e canferol. Os pesquisadores Filip *et al.* (2001) procuraram identificar e quantificar ácido cafeico e derivados, ácido clorogênico e flavonoides como quercetina, rutina e canferol em extrato aquoso de *Ilex paraguariensis*, devido a estudos prévios, obtendo quantidades significativas de ácidos cafeico e clorogênico (e derivados) e rutina.

Através a CLAE, realizada entre os comprimentos de onda de 330 nm e 370 nm, Souza *et al.* (2015) identificaram, a partir de um extrato hidroalcolólico (metanol:água) das folhas, diversos derivados de ácido cafeico (variações de O-ácido cafeiolquinico e O-ácido dicafeiolquinico), além de canferol e quercetina associados a rutina. Assim, confirmaram que as folhas de erva-mate possuem a maior parte dos compostos fenólicos da planta, onde ácido cafeico e ácido clorogênico e seus derivados são responsáveis pela maior parte do potencial bioativo da erva-mate.

Figura 2: Estrutura química da rutina e da quercetina.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para aumentar a concentração de compostos bioativos em produtos derivados de soluções extrativas (como a solução onde se encontram os sólidos solúveis), a microencapsulação é utilizada devido as melhorias observadas na estabilidade, manuseio, pesagem e homogeneidade, para obtenção de vários produtos (Silva, 2007). Seu principal objetivo o melhoramento da aparência e propriedades de algumas substâncias, bem como a diminuição da interação com o ambiente, o que impede perdas sensoriais e nutricionais, aumentando o tempo de armazenamento (Nunes, 2014). Dentre os métodos de microencapsulação, a técnica de *spray-dryer* é bastante utilizada como método de secagem, para obtenção de produtos com grande concentração de compostos químicos e boas características tecnológicas, como homogeneidade, estabilidade, fácil emprego na indústria e manipulação (Berté, 2011).

Os responsáveis por conferir forma a microcápsula são os agentes encapsulantes (Nunes, 2014). Para a escolha dos mesmos, diversas características do material devem ser levadas em consideração, bem como o método de secagem escolhido e qual a aplicação do microencapsulado (Suave *et al.*, 2006). A maltodextrina é utilizada como agente encapsulante por proteger o material da oxidação, por formar de filmes, ter poder redutor e capacidades plásticas; além disso, fatores importantes estão relacionados às suas propriedades físico-químicas e devido a ter baixo custo para aquisição. Ademais, é pouco higroscópica, não é doce e melhora a estabilidade oxidativa dos produtos (Nunes, 2014).

METODOLOGIA

Após etapas de processamento (sapeco, secagem e cancheamento) e desenvolvimento dos produtos, foram cedidas três amostras por uma empresa sediada na Mesorregião Sudoeste do Paraná, com certificação de produtos orgânicos pela IBD – Associação de Certificação Instituto Biodinâmico, sendo os seguintes produtos: duas amostras de folhas de erva-mate secas, trituradas e tostadas, que, após obtenção do extrato solúvel, foram desidratadas em *spray dryer* (EMT1 e EMT2), cujos processos foram realizados em diferentes momentos, pertencendo a lotes diferentes; e folhas de erva-mate secas, trituradas e tostadas, que, após a extração

dos sólidos solúveis, foram adicionadas de maltodextrina e desidratadas em *spray dryer*, gerando o extrato microencapsulado (EMTM).

Todas as amostras a serem analisadas foram classificadas quanto a granulometria (12-35 *mesh*) e acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e escuros (laminados) até o momento das análises.

Foram analisados três compostos presentes na erva-mate: cafeína, rutina e quercetina. A análise quantitativa foi realizada via CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, em cromatógrafo Varian LC, com detector de arranjo de fotodiodos (PDA) e software Galaxie.

Os extratos utilizados foram preparados na concentração de $5000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, utilizando água ultrapura como solvente, foram filtrados em filtro PTFE $0,45 \mu\text{m}$ e em seguida armazenados em *vials* até o momento da análise. Os padrões para cafeína, rutina e quercetina foram preparados com água ultrapura e acetonitrila grau cromatográfico (15:85 v/v), na concentração de $1000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; em seguida, foi feito um *mix* deles na concentração de $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, e a partir dele feito diluições seriadas para as concentrações de $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $12,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $6,25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

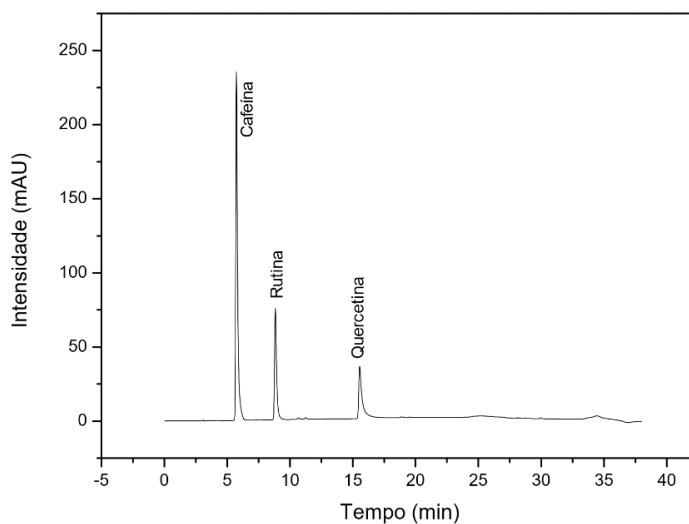
Foi utilizada uma coluna C_{18} de fase reversa (250 mm x 4,6 mm, $5 \mu\text{m}$), com detecção a 272 nm para cafeína e 350 nm para rutina e quercetina, a temperatura ambiente ($30 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$). A fase móvel foi em gradiente, com fluxo de $1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, utilizando acetonitrila grau cromatográfico (Solvente A) água ultrapura acidificada a $\text{pH} = 2,16$ com H_3PO_4 (Solvente B), nas seguintes condições: em 0 min, 15% de B; em 10 min, 25% de B; em 20 min, 40% de B; e em 24 min 95% de B mantido constante até os 29 min; em 32 min, voltamos a condição inicial, com 15% de B, mantido constante até o fim da corrida, aos 38 min. Foram injetados $10 \mu\text{L}$ de extrato na coluna.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise via Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) nos permite separar, identificar e quantificar compostos presentes em uma amostra. Assim, foram utilizados três padrões analíticos (cafeína, rutina e quercetina) para a identificação de metilxantinas e flavonoides nas amostras, utilizando o método desenvolvido para essa análise (descrito em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência). A validação deste

método é representada pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, correspondente ao cromatograma de um *mix* dos padrões utilizados na concentração de 100 ppm, onde é possível observar que houve a eluição dos três compostos de interesse.

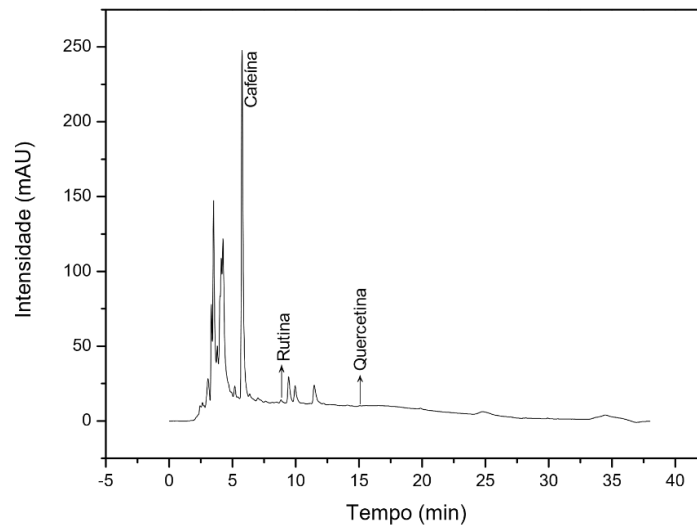
Figura 3: Cromatograma dos padrões analíticos utilizados na CLAE.



Fonte: Autoria própria.

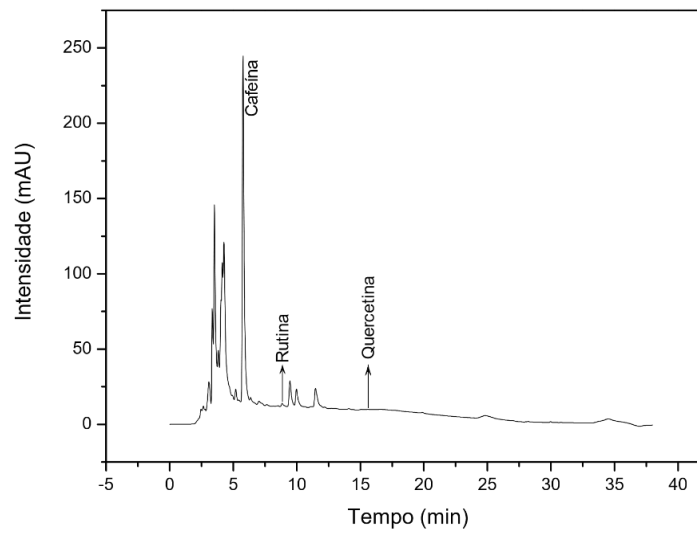
Portanto, este cromatograma foi utilizado como padrão para confirmar e identificar a presença de cafeína, rutina e quercetina nas amostras. Os cromatogramas obtidos podem ser observados nas **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 4: Cromatograma da amostra EMT1.



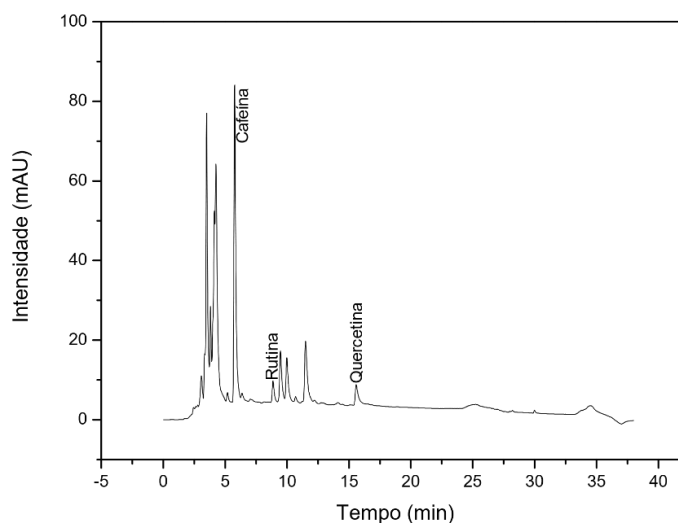
Fonte: Autoria própria.

Figura 5: Cromatograma da amostra EMT2.



Fonte: Autoria própria.

Figura 6: Cromatograma da amostra EMTM.



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar os cromatogramas, sugere-se que há presença de todos os compostos analisados, ainda que em pequenas concentrações. Para obtenção das curvas de calibração, foram utilizados os valores de Integração da área (mAU·min) e Concentração (ppm) na plotagem de um gráfico, a partir do qual foram obtidas as equações de regressão para cada composto, e a partir delas foi possível calcular as concentrações dos compostos identificados nas amostras. Na Tabela 1 são apresentados os tempos de retenção, equações de regressão e valor do coeficiente de determinação de cafeína, rutina e quercetina.

Tabela 1: Tempo de retenção (T.R.), equação de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para cada composto fenólico buscado nas amostras.

Composto	T.R. (min)	Equação de regressão	R^2
Cafeína	5,77	$y = 0,4315x - 1,7058$	0,9959
Rutina	8,88	$y = 0,1955x - 0,8448$	0,9951
Quercetina	15,57	$y = 0,1615x - 1,7559$	0,9928

As curvas de calibração dos compostos avaliados apresentaram boa relação linear entre área do pico e concentração, com $R^2 > 0,99$. A quantificação da

metilxantina e dos flavonoides presentes nas amostras estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores quantificados e identificados em base úmida.

Composto	EMT1	EMT2	EMTM
Cafeína ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	20,305	20,026	7,454
Rutina ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	3,055	3,303	2,294
Quercetina ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	2,203	2,216	4,802

$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ = mg do composto por g de erva-mate.

As maiores concentrações de cafeína foram encontradas nas amostras tostadas (EMT1 e EMT2, respectivamente). Nelas também foram encontradas as maiores concentrações de rutina. A quercetina apresentou maior quantidade na amostra EMTM; sua baixa concentração pode ser explicada devido à baixa solubilidade da quercetina em H_2O , solvente utilizado para diluir as amostras; em grande parte dos trabalhos consultados, a quercetina não foi quantificada ou detectada, devido ao uso de H_2O como solvente para os extratos, portanto a mesma não foi extraída das amostras para o extrato.

As amostras EMT1 e EMT2 apresentaram o maior valor para cafeína, resultado próximo ao valor encontrado por Becker (2013), para erva-mate tostada, de $13,6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Blum-Silva *et al.* (2015) encontraram valores de cafeína variando de $5,68$ a $133 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ para amostras de erva-mate em diferentes estádios de maturação, Brenelli (2003) encontrou $2,95 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de cafeína para folhas de chá mate tostado extraforte, também estando abaixo do valor encontrado. Contudo, as amostras utilizadas pelos demais pesquisadores, não passaram por etapas de processamento iguais as da amostra. Maccari Junior (2005) afirma que a quantidade de cafeína na erva-mate é influenciada pelas etapas do processamento industrial.

Para que a erva-mate se transforme em chá mate tostado, a mesma é submetida a etapa de torrefação, semelhante à do café, após o cancheamento. A torra é realizada com calor indireto, o que pode levar a degradação das metilxantinas presentes (Leprevost, 1987), pois, ao contrário do que ocorre com o café, que possui

mais estabilidade térmica, as elevadas temperaturas do sapeco e da secagem levam a degradação térmica da cafeína (Esmelindro *et al.*, 2002).

A rutina foi o flavonoide encontrado em maior quantidade, com $3,055 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, conforme afirmado por Filip *et al.*, (2001), que encontraram $0,0600 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ em extrato aquoso, valor inferior ao encontrado neste estudo, bem como o encontrado por Ribeiro (2016), que foi de $0,12 \pm 0,013 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$. A quercetina foi o composto com menor quantidade encontrada, com $2,203 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, o que pode ser justificado por sua solubilidade moderada em água (ABRAHAM, ACREE JR, 2014). Ainda assim, este valor foi superior ao encontrado por Filip *et al.*, (2001), de $0,0031 \pm 0,0009 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Bastos *et al.* (2006) não encontraram quercetina em suas amostras.

Os valores encontrados para a amostra de mate tostado solúvel microencapsulado (EMTM) estiveram abaixo dos valores encontrados para as demais amostras, exceto para quercetina. Perdas ocorrem durante o processo de extração dos sólidos solúveis e secagem, devido ao tempo e temperatura aplicados no processamento, além de que uma parte das substâncias químicas estar retida no resíduo vegetal da extração (bagaço), pois há líquido retido nele, e como a amostra foi solubilizada, metilxantinas e flavonoides encontram-se presentes nele (Berté, 2011), além de que a incorporação do agente encapsulante altera diminuem os teores.

O valor encontrado para cafeína foi $7,454 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, próximo ao valor encontrado por Brenelli (2003) para o mate tostado solúvel, entre $8,98$ e $9,85 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, dependendo do método de extração, e abaixo do valor encontrado para o mate verde solúvel por Berté (2011), que foi de $18,55 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Conforme mencionado, o mate é submetido a torrefação, o que leva a degradação das metilxantinas (Leprevost, 1987). Ademais, as perdas que ocorrem quando o teor é comparado com o das amostras EMT1 e EMT2 são derivadas da solubilização para extração, dos resíduos no bagaço e isto pode ser influenciado pelo solvente, tempo e temperatura utilizados para a extração, conforme descrito por Valduga; Finger e Mosele (2003).

A quantidade de rutina encontrada foi de $2,294 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Esta quantidade foi superior ao encontrado por Ribeiro (2016) em erva-mate tostada, que foi de $0,12 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, e ao encontrado por Filip *et al.* (2001) de $0,0600 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Estas diferenças estão relacionadas ao tipo da técnica empregada, tanto para solubilização de extratos quanto para análise, além de parâmetros descritos por Esmelindro *et al.*

(2002), que descrevem variações na composição química da planta por diversos efeitos naturais, bem como por diferenças de processamento descritas por Maccari Junior (2005).

Dos compostos analisados, apenas quercetina não se solubiliza facilmente em água, devido a suas características apolares. Assim, a concentração de EMTM, superior a encontrada em EMT1 e EMT2, pode ser explicada devido a prévia solubilização da mesma, para a retirada dos sólidos solúveis e formação do microencapsulado, que foi solubilizado em água para a análise. Filip *et al.* (2001) encontraram aproximadamente $0,0031 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ para quercetina, valor muito abaixo do encontrado neste estudo, que foi de $4,802 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Esta diferença pode ser explicada pelo uso de diferentes modos de eluição e afinidade da quercetina com a fase móvel utilizada, ou quantidade da substância presente na amostra, uma vez que as amostras pertenciam a lotes diferentes.

Na amostra EMTM, o valor encontrado para a cafeína foi inferior ao encontrado para microcápsulas de erva-mate com maltodextrina por Berté (2011), que foi de aproximadamente $15,27 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, também abaixo do encontrado por Becker (2013), de $13,6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ para erva-mate tostada.

Segundo Berté (2011), a adição de agentes encapsulantes leva a diminuição das concentrações de compostos fenólicos e cafeína pela diluição dos mesmos no produto final, devido a adição de hidrocoloides nos sólidos.

A quantidade de rutina encontrada foi está próxima ao valor encontrado por Berté (2011), de $3,70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, e bastante inferior ao encontrado por Silva (2007), onde a quantidade de rutina variou de $10,76 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ a $11,23 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, dependendo da quantidade de maltodextrina adicionada a microcápsula. A quantidade de quercetina encontrada foi maior que o encontrado por Filip *et al.*, (2001) para erva-mate tostada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método empregado para Cromatografia Líquida de Alta Eficiência mostrou-se válido, por haver a eluição dos três compostos de interesse, e é possível quantificar cafeína, rutina e quercetina. A partir dessa análise foi possível observar que a erva-

mate contém quantidades interessantes de cafeína, quando tostada e microencapsulada, mesmo com a degradação das metilxantinas durante a torrefação. Porém, há uma diminuição significativa ao extrair os sólidos solúveis, devido a perdas durante a solubilização. Análises são necessárias para definir degradação destes compostos ao longo do período de armazenamento e para comprovar a eficiência do processo de microencapsulação.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, M. H.; ACREE JR, W. E. On the solubility of quercetin. **Journal of Molecular Liquids**, v. 197, p. 157-159, 2014.
- ANESINI, C. Study of the participation of caffeine and polyphenols on the overall antioxidant activity of mate (*Ilex paraguariensis*), 2012. In: KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, vol. 44, p. 453-464. 2004.
- ASHIHARA, H.; SUZUKI, T. Distribution and biosynthesis of caffeine in plants. **Frontiers in Bioscience**, [S. l.], v. 9, p. 1864-1876, 2004.
- BASTOS, D. H. M.; FORNARI, A. C.; QUEIROZ, Y. S.; TORRES, E. A. F. S. Bioactive compounds content of chimarrão infusions related to the moisture of yerba maté (*Ilex paraguariensis*) leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology** [online], v. 49, n. 3, p. 399-404, 2006.
- BECKER, A. M. **Erva-mate (*Ilex paraguariensis*, st. Hil.) em cápsulas: estudos de toxicidade clínica e efeitos hipocolesterolêmico e antioxidante em indivíduos com dislipidemias**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Farmácia da Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. 222f.
- BERTÉ, K. A. dos S. **Tecnologia da erva-mate solúvel**. Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011, 161f.
- BLUM-SILVA, C. H.; CHAVES, V. C.; SCHENKEL, E. P.; COELHO, G. C.; REGINATTO, F. H. The influence of leaf age on methylxanthines, total phenolic content, and free radical scavenging capacity of *Ilex paraguariensis* aqueous extracts. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, [S. l.] n 25, p 1-6. Fev. 2015.
- BRENELLI, E.C.S. A extração de cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 136-138, 2003.
- Da CROCE, D. M. Características físico-químicas de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) no estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 107-113. 2002.

ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. DE. Caracterização físico-química da erva mate: influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.] v. 22, n. 2, p. 199–204, 2002.

FILIP R, LÓPEZ P, GIBERTI G, COUSSIO J, FERRARO G. Phenolic compounds in seven South American *Ilex* species. **Fitoterapia**, v. 72, n. 7, p. 774 – 778, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Produção Agrícola Municipal. **Tabela 289** - Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo. 2018. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>. Acesso em 31 mai. 2019.

JUNIOR, J. F. P.; GOULART, I. C. G. dos R. Erva 20: Sistema de produção para erva-mate. Embrapa, 2019. Brasília, DF. 152 p.; 2019.

LEPREVOST, A. Química e Tecnologia da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil). Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 1987. **Boletim Técnico** n.53. 53p.

MACCARI JÚNIOR, A. **Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão**. Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2005. 251f.

MALHEIROS, G. C. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 104f.

MENDES, R. M. DE O. **Caracterização E Avaliação Da Erva-Mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil.), Beneficiada No Estado De Santa Catarina**. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina. 2005. 119 f.

NUNES, G. L. **Microencapsulação por *Spray Drying* do Extrato Crioconcentrado de Erva Mate (*Ilex Paraguariensis* A. St. Hill) Empregando a Maltodextrina como Agente Encapsulante**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. 2014. 92f.

RIBEIRO, M. C. **Estudo da fração não volátil, atividade antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e seus efeitos sobre parâmetros bioquímicos de pacientes vítimas de traumatismo cranioencefálico**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2016. 61f.

RIVELLI, D. P. Simultaneous determination of chlorogenic acid, caffeic acid and caffeine in hydroalcoholic and aqueous extracts of *Ilex paraguariensis* by HPLC and correlation with antioxidant capacity of the extracts by DPPH· reduction. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas (Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences)**, [S.l.], vol. 43, n. 2, p. 215-222 abr./jun., 2007.

PARANÁ. SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ. **Agricultura garante apoio aos pequenos produtores**. Disponível em <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=6187&tit=Agricultura-garante-apoio-aos-pequenos->

[produtores&fbclid=IwAR0exB14ydZwLyTIQqsYIsB3TfV5ETXjpZTost2vVp_qFr_5W7oDREPwAo0M](https://www.gov.br/producao/produtores&fbclid=IwAR0exB14ydZwLyTIQqsYIsB3TfV5ETXjpZTost2vVp_qFr_5W7oDREPwAo0M) . Acesso em 01 jun. 2019.

RIO GRANDE DO SUL (ESTADO). SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO – ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de folha verde de erva-mate**. Disponível em <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/erva-mate> . Acesso em 27 mai. 2019.

SILVA, F. A. da. **Avaliação tecnológica e atividade antioxidante de produtos secos por spray-drying de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil - Aqualifoliaceae (erva-mate)**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007. 243p.

SOUZA, A. H. P.; CORRÊA, R. C. G.; BARROS, L.; CALHELHA, R. C.; SANTOS-BUELGA, C.; PERALTA, R. M.; BRACHT, A.; MATSUSHITA, M.; FERREIRA, I. C. F. R. Phytochemicals and bioactive properties of *Ilex paraguariensis*: An in-vitro comparative study between the whole plant, leaves and stems. **Food Research International**, [S.l.], vol. 78, p. 286-294, 2015.

SUAVE, J.; DALL'AGNOL, E. C.; PEZZIN, A. P. T.; SILVA, D. A. K.; MEIER, M. M, SOLD, V. Microencapsulação: inovação em diferentes áreas. **Health and Environment Journal**, v. 7, n. 2, p.12-20, 2006.

VALDUGA, E.; DE FREITAS, R. J. S.; REISSMANN, C. B.; NAKASHIMA, T. Caracterização química da folha de *Ilex paraguariensis* St. Hill (erva-mate) e de outras espécies utilizadas na adulteração do mate. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, vol. 15, n. 1, pag. 25-36, jan./jun. 1997.

VALDUGA, A. T., FINZER, J. R. D., & MOSELE, S. H. Processamento de erva-mate. **Erechim: Edifapes**, 183, 2003.

Capítulo 7

**NANISMO EM MACHOS NÃO É REGRA EM
ARANHAS OONOPIDAE (ARTHROPODA,
ARACHNIDA)**

José Augusto Roxinol

Eduardo Costantin



NANISMO EM MACHOS NÃO É REGRA EM ARANHAS OONOPIDAE (ARTHROPODA, ARACHNIDA)

José Augusto Roxinol^{5*}

¹ Professor, doutor, Instituto Federal de Roraima (IFRR), Campus Boa Vista Zona Oeste, Boa Vista/RR.

Eduardo Costantin⁶

² Pesquisador, Doutorando, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Programa de Pós-graduação em Entomologia, Viçosa/MG.

RESUMO – Aranhas apresentam um característico dimorfismo sexual em relação ao seu tamanho corporal. Ao contrário da maioria das espécies animais, aranhas machos podem ser várias vezes menores que as fêmeas. Entretanto, pouco se sabe se há a prevalência dessa dicotomia morfológica entre sexos de espécies com tamanhos reduzidos – como em Oonopidae spp., que tem o tamanho em torno de 3 mm. Aqui, nós investigamos se existe diferença no tamanho entre machos e fêmeas de cinco espécies de Onoopidae. As aranhas foram coletadas na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Em cada indivíduo medimos: comprimento total do corpo; comprimento prossomal; largura prossomal; altura prossomal e achatamento. Encontramos que nas espécies avaliadas, não houve diferença das métricas corporais entre os sexos, contrariando o esperado para maioria das aranhas. É possível que, devido ao tamanho naturalmente reduzido dos indivíduos dessa família, as forças de seleção morfológicas presentes em outras aranhas não atuem sobre Oonopide. Isso implica que os comportamentos e mecanismos de seleção sexual envolvendo aspectos de tamanho, presentes em outros grupos de aranhas, devem atuar distintamente em Oonopidae. Este trabalho traz uma novidade para a biologia de aranhas e abre caminho para questionamentos sobre a relação entre machos e fêmeas nestes artrópodes.

Palavras-chave: Dimorfismo sexual, Artrópodes, Morfologia.

ABSTRACT - Spiders have a characteristic sexual dimorphism about their body size. Unlike most animal species, male spiders can be several times smaller than females. However, little is known whether this morphological dichotomy is prevalent among

⁵ *E-mail para contato: jaroxinol@gmail.com

⁶ *E-mail para contato: eduardo.costantin@gmail.com

sexes of species with reduced sizes - as in Oonopidae spp., which is around 3 mm in size. Here, we investigate whether there is a difference in size between males and females of five species of Oonopidae. The spiders were collected in the Caatinga, Cerrado, and Atlantic Forest. In each individual we measure total body length; prosomal length; prosomal width; prosomal height and flattening. We found that in the species evaluated, there was no difference in body metrics between genders, contrary to what was expected for most spiders. It is possible that, due to the naturally reduced size of individuals in this family, the morphological selection forces present in other spiders do not act on Oonopidae. This implies that the behaviors and mechanisms of sexual selection involving aspects of size, present in other groups of spiders, must act distinctly in Oonopidae. This work brings a novelty to the biology of spiders and opens the way for questions about the relationship between males and females in these arthropods.

Keywords: Sexual dimorphism, Arthropods, Morphology.

1. INTRODUÇÃO

No reino animal, é frequente encontrarmos espécies em que machos e fêmeas apresentam dimorfismo sexual em relação ao tamanho corporal. Em geral, as fêmeas são menores que os machos. Esta diferença no tamanho é resultado de variados mecanismos, como o da seleção sexual, no qual, em geral, as fêmeas selecionam os machos maiores para acasalar. Em contraposição à maioria dos animais, as aranhas fêmeas costumam ser muito maiores que os machos (SANTOS, 2007; VOLLRATH; PARKER, 1992; PENELL *et al.*, 2018). Dessa forma, diz-se que os machos são portadores de nanismo. Um dos casos mais bem estudado é o que acontece no gênero *Nephila* (Nephilidae), no qual machos adultos podem ser até 11 vezes menores do que as fêmeas adultas (HIGGINS, 2002). Embora esse seja um padrão comum no grupo das aranhas de tamanhos médios e grandes, pouco se sabe se este padrão persiste em espécies crípticas em que machos e fêmeas apresentam o tamanho do corpo reduzido, > 0.5 cm.

Diversas hipóteses tentam explicar a discrepância do tamanho do corpo entre aranhas machos e fêmeas. HEAD (1995), foi um dos pioneiros a apresentar uma teoria sobre o dimorfismo sexual em aranhas e propor que a seleção atua principalmente sobre o tamanho das fêmeas. Fêmeas maiores são mais fecundas e, portanto, têm maiores chances de deixar descendentes, transmitir os genes e perpetuar o efeito desta seleção de tamanhos maiores em novas fêmeas (HEAD, 1995). Alternativamente, outras hipóteses discutem o efeito de seleção atuando

majoritariamente sobre os machos. ELGAR (1991), propôs que o canibalismo de machos pelas fêmeas após a cópula é o mecanismo mais evidente por trás desta seleção de tamanhos menores. Indivíduos menores teriam mais chances de fuga após um ataque da fêmea, reforçando assim a seleção destes tamanhos diminutos. Por fim, MOYA-LARAÑO *et al.* (2002) aporta uma das mais recentes teorias sobre o assunto, a teoria da gravidade. Segundo os autores, principalmente em aranhas presentes em ambientes de vegetação suspensa, os machos menores têm melhor manobrabilidade para se deslocar verticalmente do que machos maiores. Isso favoreceria o sucesso reprodutivo desses machos.

Embora estas teorias sejam bem aplicadas para aranhas de tamanhos maiores, as aranhas de espécies pequenas podem não estar sob estes fatores de seleção. Entretanto, poucos estudos sobre dimorfismo sexual em aranhas investigaram este grupo, enviesando o conhecimento acerca do assunto. Neste estudo, medimos a morfologia externa de cinco espécies de aranhas pequenas que pertencem à família Oonopidae. As aranhas foram coletadas na serrapilheira de florestas de três biomas brasileiros. Nossa hipótese é que aranhas machos e fêmeas de Oonopidae não diferirão em seu tamanho corporal. Devido ao tamanho já diminuto das espécies de Oonopidae, a força de seleção sobre o dimorfismo de tamanho de machos e fêmeas deve diferir do que ocorre com outras espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta das aranhas

As aranhas foram coletadas na serrapilheira de floresta úmida em sete localidades de três biomas brasileiros, descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Pontos de coletas das aranhas

Local	Ano	Bioma	Coordenadas
Cariacica (ES)	2012	Mata Atlântica	S20°17'25.9"W40°31'07.4"
Linhares (ES)	2012	Mata Atlântica	S19°09'38.3"W40°02'10.8"

Chapada Guimarães (MT)	2014	Cerrado	S15°24'27.1"W55°50'4.4"
Chapada Parecis (MT)	2014	Cerrado	S14°21'49.9"W57°39'54.9"
Itamaraju (BA)	2012	Caatinga	S16°53'10.9"W39°24'45.4"
Lençóis (BA)	2013	Caatinga	S12°33'38.4"W41°22'15.4"
Ubajara (CE)	2013	Caatinga	S03°50'19.5"W40°53'57.7"

Sigla dos Estado brasileiros - ES: Espírito Santo, MT: Mato Grosso, BA: Bahia, CE: Ceará.

Em cada área amostrada foram instalados um conjunto de 150 armadilhas de queda (*pitfall traps*) com 15 cm de diâmetro e 18 cm de profundidade. As armadilhas continham 300 ml de etanol combustível como substância mortífera para captura e preservação das aranhas. O álcool combustível é recomendado por manter eficientemente as características anatômicas e moleculares dos invertebrados de serapilheira (SZINWELSKI *et al.* 2013). Os *pitfalls* foram enterrados com a abertura à nível do solo, onde permaneceram por 48 horas após a instalação. Após esse período, os indivíduos capturados pela armadilha foram coletados mantendo-os na mesma solução de etanol combustível. Estes indivíduos foram levados ao laboratório para posterior identificação e medições da morfologia.

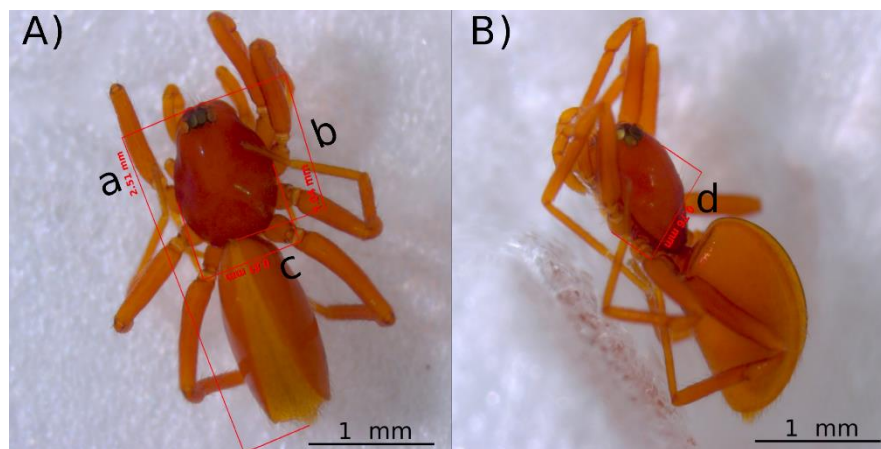
Os indivíduos adultos coletados foram identificados a nível de família, com o auxílio da chave de identificação para aranhas brasileiras (BRESCOVIT *et al.*, 2002) e separados entre machos e fêmeas. Essas identificações foram confirmadas por especialistas, que também auxiliaram à identificação a nível de espécies. Todos os indivíduos coletados foram depositados na coleção de Arachnida do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG, sob curadoria do Dr. Adalberto J. Santos.

2.3. Medições morfológicas

As medições morfológicas das aranhas adultas de ambos sexos foram obtidas em lupa estereomicroscópica eletrônica (ZEISS - *Discovery V.20*). As métricas morfológicas avaliadas foram: Comprimento total do corpo (CTP); Comprimento prossomal - da carapaça (CP); Largura prossomal (LP); Altura prossomal (AP) e Achatamento corporal (AC) (Figura 1). Para calcular o nível de achatamento corporal das aranhas dividimos o comprimento do cefalotórax pela altura do cefalotórax

(PENELL et al., 2018). As medições foram realizadas considerando uma quantidade igual de indivíduos para cada localidade, sexo e entre as espécies, com o objetivo de homogeneizar o universo amostral e evitar viés de desvios de médias entre as amostras. Os indivíduos foram selecionados aleatoriamente em cada amostra evitando viés de seleção dos tamanhos.

Figura 1 – Medições morfológicas. Em A) sob visão dorsal - métricas: (a) CTP ; (b) CP; (c) LP. Em B) sob visão lateral - AP (d). Espécime: fêmea de *Escaphiella sp.* (Arachnida: Oopnopidae)



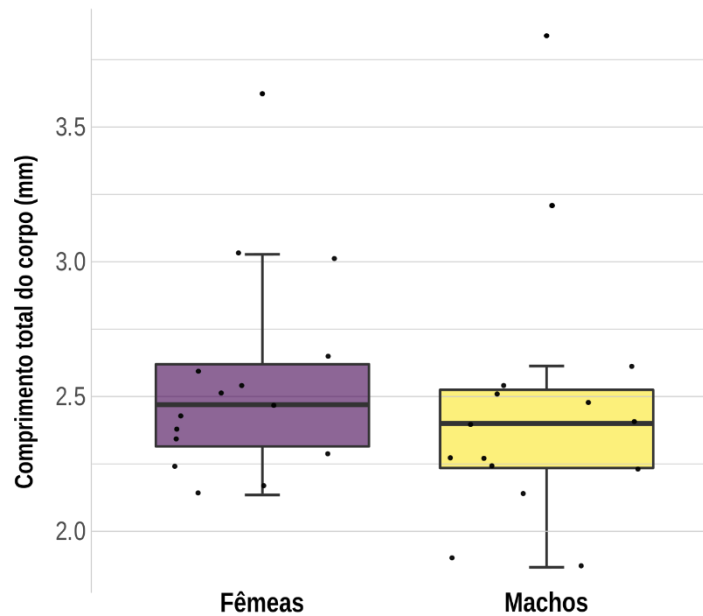
2.3. Análises estatísticas

Calculamos a variância (ANOVA) dos modelos lineares generalizados (GLM) ajustados com distribuição de erros normais. Os resíduos das análises foram verificados para homocedasticidade e adequabilidade do modelo. Todas as análises foram realizadas no *Software RStudio* versão 3.6.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 30 aranhas amostradas (15 de cada sexo), foram identificadas e medidas. As espécies identificadas foram: *Escaphiella sp.*, *Gamasomorphinae sp.*, *Neoxyphinus axe*, *Neoxyphinus sp.*, e *Neoxyphinus termitophilus*. As aranhas não apresentaram efeito de interação da espécie e sexo sobre o CTP ($F_{(6,24)} = 1,203$; $p=0,337$, Fig.2), *i.e.*, não houve diferença desse parâmetro entre as espécies e entre macho e fêmea. O mesmo ocorreu para interação entre sexo e: CP ($F_{(6,24)} = 1,678$; $p = 0,160$ - $M = 2,420$, $SD = 0,44$); para LP ($F_{(6,24)} = 2,236$; $p = 0,064$); para AP ($F_{(6,24)} = 1,720$; $p = 0,149$); e AC ($F_{(6,24)} = 1,500$; $p = 0,214$).

Figura 2 – Aranhas machos e fêmeas de 5 espécies da família Oonopidae não possuem dimorfismo sexual relacionado ao comprimento total do corpo ($F_{(6,24)} = 1,203$; $p = 0,337$)



As aranhas machos e fêmeas das cinco espécies da família Oonopidae que foram avaliadas neste estudo não diferiram entre as métricas morfológicas. Isso sugere que as forças e mecanismos de seleção morfológica do padrão de dimorfismo sexual da maioria dos grupos de aranhas não ocorrem obrigatoriamente em Oonopidae.

Os indivíduos de Oonopidae apresentam comportamento de forrageio restrito ao interior dos ambientes de serapilheira, uma morfologia mais achatada pode ter sido selecionada por proporcionar maior eficiência tanto para capturar suas presas, quanto para fugir de predadores. Ambas vantagens adaptativas podem aumentar a aptidão desses organismos em ambientes de serrapilheira. Os mecanismos de seleção do dimorfismo sexual que são propostos para os outros grupos de aranhas, não parecem atuar em Oonopidae. Ainda assim, isso não exclui a existência do mecanismo de seleção sexual atuando sobre outros atributos dos machos ou fêmeas, como formato e tamanho das genitálias.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa hipótese foi corroborada, machos e fêmeas de Oonopidae não possuem

dimorfismo sexual com relação ao tamanho do corpo; ao contrário da maioria das outras espécies de aranha. Esses resultados trazem uma novidade para o campo de estudos da biologia de aranhas e abre caminho para questionamentos sobre a relação entre machos e fêmeas nestes artrópodes. Além disso, suportam a ideia de que aranhas são um ótimo modelo de estudos de comportamento e evolução do dimorfismo sexual, dado à gama de variação dos padrões entre os grupos.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos a A.J. Santos pela identificação das aranhas e ao projeto Biota de Orthoptera do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Coord.: C.F. Sperber). Este estudo está em conformidade com as leis ambientais do Brasil (Autorização: ICMBIO N° 31324).

6. REFERÊNCIAS

BRESCOVIT, A.D., et al. Araneae. In: **Amazonian arachnida and myriapoda**. Joachim Adis (Ed). Sofia: Pensoft. 2002. p. 303-343.

ELGAR, M.A. (1991). Sexual cannibalism, size dimorphism, and courtship behavior in orb-weaving spiders (Araneidae). **Evolution**, v. 45, n. 2, p. 444-448. Doi: 10.2307/2409679.

HEAD, G. (1995). Selection on fecundity and variation in the degree of sexual size dimorphism among spider species (Class Araneae). **Evolution**, v. 49, n. 4, p. 776-781. Doi: 10.1111/j.1558-5646.1995.tb02313.x.

HIGGINS, L. (2002). Female gigantism in a New Guinea population of the spider *Nephila maculata*. **Oikos**, v. 99, n.2, p. 377-385. Doi: 10.1034/j.1600-0706.2002.990220.x.

MOYA-LARAÑO, J. et al. (2002). Climbing to reach females: Romeo should be small. **Evolution**, v. 56, n. 2, p. 420-425. Doi: 10.1111/j.0014-3820.2002.tb01351.x.

VOLLRATH, F., PARKER, G. (1992). Sexual dimorphism and distorted sex ratios in spiders. **Nature**, v. 360, p. 156–159. Doi: 10.1038/360156a0.

PENELL, A. et al. (2018). Estimating biomass from body size of European spiders based on regression models. **The Journal of Arachnology**, v. 46, n.3, p. 413-41.

Doi: 10.1636/JoA-S-17-044.1.

SANTOS, A.J. Evolução do dimorfismo sexual de tamanho de aranhas. *In*: GONZAGA, M.O. et al. (Eds.). **Ecologia e comportamento de aranhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. p. 137-164.

SZINWELSKI, N.; et al. (2013). Ethanol Fuel improves pitfall traps through rapid sinking and death of captured orthopterans. **Environmental Entomology**, v. 42, p. 758–762. Doi: 10.1603/EN13030.

Capítulo 8

**POLIMORFISMOS DE NUCLEOTÍDEO SIMPLES
NA VARIANTE INT4 DO GENE SLC11A1 AO
RISCO DE SUSCETIBILIDADE PARA A
TUBERCULOSE: REVISÃO SISTEMÁTICA COM
META-ANÁLISE**

Karolayne Silva Souza

Milena Roberta Freire da Silva

Kátia Cilene da Silva Félix



POLIMORFISMOS DE NUCLEOTÍDEO SIMPLES NA VARIANTE INT4 DO GENE *SLC11A1* AO RISCO DE SUSCETIBILIDADE PARA A TUBERCULOSE: REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE

Karolayne Silva Souza

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE

karolaynes7@hotmail.com

Milena Roberta Freire da Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE

Kátia Cilene da Silva Félix

Universidade do Rio São Francisco, Paulo Afonso, BA

Introdução

A tuberculose é uma doença infectocontagiosa e tem como seu principal agente etiológico a *Mycobacterium tuberculosis*, uma das principais características dessa doença é que muitas vezes o contato do hospedeiro com a bactéria não é suficiente para o seu desenvolvimento, visto que, a variabilidade genética do hospedeiro pode conferir a suscetibilidade ou resistência a tuberculose. Atualmente uma das principais pesquisas realizadas são voltados aos erros na resposta imune que reduzem o combate ao patógeno, ocasionadas principalmente por polimorfismos de nucleotídeos simples (SNPs), principalmente para a elucidação da expressão genética do hospedeiro, podendo desencadear a suscetibilidade ao agente infeccioso.

Objetivo

Analisar através de metanálise, uma associação no polimorfismo de nucleotídeo simples (SNP) na variante INT4 (rs3731865) do gene *SLC11A1*, ao risco de suscetibilidade do indivíduo desenvolver tuberculose.

Método

Trata-se de uma revisão sistemática com meta-análise, seguindo as diretrizes metodológicas do protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses). Realizou-se apanhados de estudos nas principais bases eletrônicas: PUBMED via MEDLINE, LILACS, e SCIENCE DIRECT, utilizando palavras chaves: “Tuberculoses” AND “Genetic Susceptibility” AND “Nucleotide Polymorphism Single” AND “SLC11A1 protein”. Coletou-se uma totalidade de 1.390 estudos, e através de adoções de critérios de elegibilidade foram incluídos uma totalidade de 21 estudos para esta pesquisa, sem restrição de idiomas. A análise de dados foi feita no software R (Versão 1.1.463), visto que, o principal método utilizado para as análises estatísticas foram o Mantel-Haenszel, e de heterogeneidade pelo I^2 .

Resultados

Uma totalidade de 21 estudos foram elegíveis para a pesquisa de SNP na variante INT4 do gene *SLC11A1*, dos quais, 2.857 indivíduos eram compostos de pacientes com tuberculose e 3.566 participantes controle (sem a doença). Os dados coletados dos estudos foram analisados no software R, na qual, a análise de frequência genotípica de SNP heterozigoto (G/C) e homozigoto (C/C) em conjunto demonstrou um resultado significativo para o risco de desenvolvimento de tuberculose em um indivíduo, apresentando $OR= 1.17$, $IC\ 95\%= 1.05 - 1.31$ e $I^2: 73\%$. Por conseguinte, realizou-se análises de frequência genotípicas, com somente indivíduos de SNP parcial heterozigóticos (G/C), visto que, não foi significativamente associado ao risco de tuberculose com resultado de $OR= 1.04$, $IC\ 95\%= 0.93 - 1.16$ e $I^2: 55\%$. Todavia, a análise de indivíduos com SNP completo homozigóticos (C/C) obtiveram resultados significativos associando ao risco de acometimento de um indivíduo desenvolver tuberculose, tendo $OR= 1.76$, $IC\ 95\%= 1.37 - 2.24$ e $I^2: 42\%$.

Conclusão

Diante dos achados nesta revisão sistemática com metanálise, evidenciou-se que no SNP INT4 do gene *SLC11A1* uma possível associação significativa ao risco

de um indivíduo ser suscetível a ser acometido pela tuberculose. Este SNP pode influenciar na estrutura do DNA ou na função da proteína codificada, assim, estudos como este são relevantes na compreensão genética do paciente, podendo ser uma perspectiva ferramenta na medicina clínica, tanto para prevenção como o diagnóstico precoce da tuberculose. Sugere-se que estudos mais amplos e em diferentes populações sejam realizados para atualizações e elucidações de hipóteses dos estudos existentes na literatura.

Palavras chave: SNP, Mycobacterium tuberculosis, Metanálise.

Biografias

CURRÍCULOS DOS AUTORES



Ana Clara Brudzinski Gatto

Técnica em Petróleo e gás pelo Instituto Federal do Paraná.

Ana Kelvia Araújo Arcanjo

Farmacêutica-Bioquímica, Especialista em Hematologia e Hemoterapia pelo Hemoce/UFC, Mestre em Ciências da Saúde pela UFC.

Antonio Neudimar Bastos Costa

Farmacêutico Hospitalar da Santa Casa de Misericórdia de Sobral. Especialista em Gestão de Farmácia Hospitalar.

Bruna Luz de Oliveira

Técnica em Petróleo e gás pelo Instituto Federal do Paraná. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná.

Daniella Maria Coelho de Britto

Licenciada em Ciências Biológicas (UFVJM). Mestranda em Educação (UFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Edimir Andrade Pereira

Atuação: Produtos Naturais, Reologia de Alimentos, Processamento de Frutas e Hortaliças, Processamento de Leite e Derivados, Drageamento de Alimentos. Formação: Doutorado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ, 2007); Mestrado em Engenharia Agrícola (UFPA, 2001), Graduação em Química Industrial (UEPB, 1997).

Eduardo Costantin

É graduado em Engenharia Agrônoma - Universidade de Brasília (2014), com período-sanduíche Universidade de Vigo (Espanha). Especialista em Fitossanidade e Proteção de Plantas pelo IAC - Instituto Agrônomo de Campinas (2016). Foi bolsista de extensão do CNPq/Sebrae (2015-2017). É mestre em Entomologia (2020) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde atualmente é pesquisador de doutorado em Entomologia. Seus principais interesses de estudo são: Comportamento animal, controle biológico e ecologia da coinfeção entre patógenos e hospedeiros.

Elaine Cristina Bezerra Bastos

Enfermeira Coordenadora da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar, Especialista em Controle de Infecção Hospitalar, Mestrando em Ciências da Saúde pela UFC.

Eline de Vasconcelos Barbalho

Farmacêutica-Bioquímica do HEMOCE-SOBRAL, Especialista em Imunohematologia.

Eloísa Frigo de Campos

Técnica em Petróleo e gás pelo Instituto Federal do Paraná. Graduanda em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas.

Estevam Ferreira da Ponte Neto

Farmacêutico-Bioquímico, Coordenador da Assistência Farmacêutica de Sobral.

Flávia Fernanda Fregati

Professora e Advogada Mestra : Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.

Gabriel Mathias Carneiro Leão

Docente do Instituto Federal do Paraná. Biólogo, Doutor em Biologia Celular pela Universidade Federal do Paraná.

Irene Cristina de Mello

Doutora em Educação pela Universidade Federal de São Paulo. Professora lotada no Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas e da Terra. É professora pesquisadora permanente do Programa de Pós-graduação em Educação da UFMT desde 2003 e do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - REAMEC.

José Augusto Roxinol

É Biólogo, Licenciado pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES - 2014), Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV - 2016 - 2020). Fez estágio pós-doutoral como pesquisador no Museu de Entomologia da UFRV em parceria UFV/Vale (2020-2021) investigando o efeito do rompimento da barragem de mineração em Brumadinho (MG) sobre a comunidade de macroinvertebrados aquáticos. Atualmente é Professor Substituto no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, campus Boa Vista Zona Oeste. Tem publicações nas áreas de Ecologia, Entomologia e Comportamento Animal. Tem formação e experiência nas áreas de agricultura, biomonitoramento, ecologia, educação, e microbiologia. Seus principais interesses de estudo são: Ecologia funcional e métodos de ensino-aprendizagem aplicados às ciências biológicas. Em seus estudos, busca compreender qual o papel dos artrópodes no funcionamento de um ecossistema, e a eficiência de ferramentas para ensino e aprendizagem do conhecimento científico.

Karolayne Silva Souza

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

Kátia Cilene da Silva Félix

Universidade do Rio São Francisco, Paulo Afonso, BA.

Lázaro Araújo Santos

Licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal Baiano, especialista em Neurociências pela Faculdade Venda Nova Emigrante e Mestrando em Educação Científica pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Maiara Zanoelo

Atuação: Processamento de Alimentos. Formação: Graduação em Química (UTFPR, 2019). Mestranda em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (PPGTP/UTFPR).

Milena Roberta Freire da Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

Thais Marques da Silva

Licencianda em ciências biológicas (IFbaiano).

Jader Luís da Silveira

(Organizador)

Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG, MBA Executivo em Saúde pela Universidade Candido Mendes - UCAM, Especialização em Análises Clínicas e Microbiologia pela Universidade Candido Mendes - UCAM, Especialização em Uso Educacional da Internet pela Universidade Federal de Lavras - UFLA, Especialização em Gestão de Instituições Federais de Educação Superior na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Especialização em Docência com Ênfase na Educação Básica pelo Instituto Federal Minas Gerais - IFMG e Especialização em Docência com Ênfase na Educação Inclusiva, pelo Instituto Federal Minas Gerais - IFMG.

Fundador e Membro do Conselho Editorial da Revista MultiAtual e Revista Real Conhecer. Tem experiência como Professor no Ensino Fundamental, Médio e Técnico na Rede Estadual de Ensino, além de Tutor a Distância nos cursos de formação continuada e Pós-graduação no IFMG. É Fundador e Diretor Geral do Grupo MultiAtual Educacional.



ISBN 978-65-89976-02-8



9

786589

976028



Editora
MultiAtual