

**AMBIENTE E INTERDISCIPLINARIDADE: ENGENHARIA, SAÚDE
AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2025.001-027>

Marcia Cristina Braga Nunes Varricchio

PhD em Ciências (Biologia e Biotecnologia Vegetal) pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal (PPGBV)/UFRJ
Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética do Laboratório de Imunoparasitologia e Análises Toxicológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (SAPB-LIPAT/FF/UFRJ).
Laboratório de Imunologia do Instituto de Ciências Biomédicas e do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco, 255. Quarto andar, 4C04 e 4D02. CEPEDIP Ala/HUCFF/UFRJ. Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. RJ/Brazil. CEP: 21941-913.
Email: varichio2@gmail.com

Marcos Tadeu Varricchio

Engenheiro Eletricista egresso da Universidade Católica de Petrópolis (UCP)
Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética do Laboratório de Imunoparasitologia e Análises Toxicológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (SAPB-LIPAT/FF/UFRJ).
Avenida Carlos Chagas Filho, 373, Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. CEP: 21941-170.
Email: mtvarricchio7@gmail.com

Armando Isaac Nigri

Engenheiro Eletricista egresso da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ).
AI Nigri Consultoria. Av Lucio Costa 3.100 casa 103. Barra da Tijuca. CEP: 22620-172. Rio de Janeiro, Brasil.
Email: armandonigri@gmail.com

Sandra Ávila Gaspar

Pós-Graduada em Educação (ênfase em Educação Ambiental) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
Endereço: Engenheiro Paulo de Frontin, Rio de Janeiro, Brasil. CEP: 26650-000.
Email: sandra.avila.gaspar@gmail.com

Denise Nagamatsu

Farmacêutica formada pela UFRJ.
Especialista lato senso em Farmacotécnica Homeopática pelo Instituto Hahnemanniano do Brasil.
São Paulo parceira intersetorial do Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética do Laboratório de Imunoparasitologia e Análises Toxicológicas da Faculdade de Farmácia/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
Av Carlos Chagas Filho, 373, Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. CEP: 21941-170.
Email: nagamatsud@yahoo.com.br



Denise de Souza Gayer

Pós-Graduada em Gestão Estratégica em Tecnologia da Informação pela Universidade Candido Mendes (UCM).
Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética do Laboratório de Imunoparasitologia e Análises Toxicológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (SAPB-LIPAT/FF/UFRJ).
Avenida Carlos Chagas Filho, 373, Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. CEP: 21941-170.
Email: dgayer@gmail.com

Jordania da Silva Cler

Pós-Graduada em Docência em Educação Profissional e Tecnológica.
Instituição: Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)
Rua Bingen, 130, Petrópolis, Rio de Janeiro. Brasil. CEP: 25680-270
Email: jordaniaacler@gmail.com

Janete Moura Vieira de Freitas

PhD em Enfermagem Psiquiátrica e Saúde Mental pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNI-RIO)
Instituição: Universidade Anhembi Morumbi
Vila Dom Pedro II, São Paulo, Brasil. CEP: 02241-120
Email: janete.vieira.freita@gmail.com

Simone da Silva

PhD em Ciências (Biologia e Biotecnologia Vegetal) pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal (PPGBV - UFRJ)
Instituição: Centro de Bionegócios da Amazônia/ Instituto de Tecnologia e Educação Galileu da Amazônia (CBA - ITEGAM)
Endereço: Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69020-030.
E-mail: simonydasilva@gmail.com

Alexandre dos Santos Pyrrho

Doutor em Ciências (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
Laboratório de Imunoparasitologia e Análises Toxicológicas da Faculdade de Farmácia (UFRJ).
Avenida Carlos Chagas Filho, 373, Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. CEP: 21941-170.
Email: pyrrho@pharma.ufrj.br

Celso Luiz Salgueiro Lage

PhD em Ciências (Biologia e Biotecnologia Vegetal) pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal (PPGBV - UFRJ)
Academia de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).
Rua Mayrink Veiga, 9, Centro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. CEP: 20090-910.
Email: clage@inpi.gov.br

Morgana Teixeira Lima Castelo Branco

Doutora em Ciências (Biofísica)/Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Laboratório de Imunologia do Instituto de Ciências Biomédicas e do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco, 255. Quarto andar, 4C04 e 4D02. CEPEDIP Ala/HUCFF/UFRJ. Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. RJ/Brazil. CEP: 21941-913.

E-mail: morganalima@ufrj.br

RESUMO

Quanto à temática sobre o efeito de agentes poluentes na epidemiologia e eclosão de Câncer, existem contradições e discordâncias em pesquisa científica. O presente artigo teve por objetivo apresentar as informações e os aspectos mais importantes no que se refere à interferência de poluentes ambientais na saúde e os danos causados ao meio ambiente, em virtude da relevância em epidemiologia deste tema à sociedade, por ser ainda controverso e de difícil rastreabilidade. Foi apresentada a evolução temporal histórica de ensaios realizados por equipe interdisciplinar no sentido de evidenciar contribuições das diferentes áreas da engenharia para a própria engenharia ambiental, bem como das potenciais aplicações em Saúde Única. A partir do estudo de caso com análise qualitativa temporal das informações, mais uma vez foi realçado o potencial de indicador vegetal para a marcação desta exposição ambiental, tanto para diagnóstico precoce quanto para potencial fitoremediação perante o dano ambiental instalado, tendo sido assim tanto proposto como justificado o emprego da *Euphorbia tirucalli*. A partir deste entendimento que cumpriu as finalidades desta etapa de estudo, novas investigações biotecnológicas, ecofisiológicas e em fitoremediação estão sendo realizadas em campo para a continuação da construção de análise em complexidade consistente que visam à resistência e à sustentabilidade.

Palavras-chave: Poluentes Ambientais. Fitoremediação. *Euphorbia tirucalli*. Indicador biológico de rastreabilidade. Estudos ecofisiológicos

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, ou seja, logo após o surgimento do ser humano na terra já ocorreu o início da agressão ao meio ambiente, quer derrubando árvores, quer pelo domínio do fogo que, de certa forma, contribuiu para a emissão de gases poluidores da atmosfera. No entanto, a agressão era de tal forma tão rudimentar e tão lenta que a própria mãe natureza era capaz de se adaptar e se auto-recuperar (Sampaio, 1992).

Contudo, a partir da revolução industrial, devido ao avanço tecnológico, através dos projetos e execução de grandes maquinários industriais pelos grandes grupos econômicos, por falta da percepção da necessidade de uma postura em educação ambiental (nem mesmo pensada àquela época), passaram a utilizar-se de maneira irresponsável da tecnologia alcançada, que acelerou, de forma acentuada, as conseqüências desastrosas para o ambiente que habitamos (Sampaio, 1992).

Um problema que permaneceu por longo período relegado a segundo plano, já que, só muito tempo depois do século XVIII, no meio do século XX, começou-se a se questionar e a se tomar alguma providência para a preservação do meio ambiente em que vivemos. É muito difícil definir com exatidão quando o homem se deu conta da necessidade de preservação de seu meio ambiente. No Brasil, as primeiras formulações legislativas disciplinadoras do meio ambiente são encontradas na legislação portuguesa (Martins de Souza), que vigorou até o advento do Código Civil em 1916, onde aparecem preocupações ecológicas mais acentuadas (Código Civil - Lei N° 3.071, de 1° de janeiro de 1916 *In Nigri*, 2003).

Nas décadas seguintes, surgiram os primeiros diplomas legais com regras específicas e normas mais diretas sobre prevenção e degradação ambiental. Entretanto, com toda certeza, a Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, foi o acontecimento que deu o maior impulso e conscientização sobre a questão do meio ambiente. A partir da década de 80, a legislação sobre a matéria tornou-se mais consistente, abrangente e voltada à referida questão (Nigri, 2003).

Com o advento da Constituição Federal de 1988 o ordenamento jurídico brasileiro passou a se dedicar ao tema e oferecer a importância que o meio ambiente requer. Pode-se ilustrar que publicações internacionais sobre o assunto citam que a se continuar a geração de gases poluidores à qualidade de vida do ser humano, em duas gerações, será tamanha que a sobrevivência da espécie poderá ficar comprometida (Guimarães, 2002).

Nos dias de hoje, a preocupação com a proteção ao meio ambiente ocupa lugar de destaque entre aquelas de maior importância para toda a sociedade. Cada vez mais, voltam-se as atenções para a inviabilidade da idéia de explorar os bens naturais como se estes fossem inesgotáveis. Assim, se percebeu que o desenvolvimento indiscriminado pode afetar o equilíbrio ecológico, a qualidade de vida e a própria vida, passando a ecologia a ser discutida crescentemente (Nigri, 2003).

O termo “ecologia” denota o movimento ativista voltado à proteção ambiental, inclusive com conotações intelectuais e artísticas, sociais e políticas. Dentro deste quadro de ampla variedade de pensamentos, de interdisciplinaridade, e de complementação mútua, é que toda a sociedade deve estar preparada para atuar em face ao chamado social e às necessidades atuais (Nigri, 2003).

Nesse contexto a questão que envolve a interferência dos diferentes tipos de poluentes emerge no bojo das implicações decorrentes da defesa do ambiente e da saúde, cuja complexidade envolve o aprendizado do trabalho em equipe interdisciplinar, por vezes, transdisciplinar (Nigri et al., 2017).

Contribuições teóricas deste período experienciado, de maneira interdisciplinar, situam-se no campo da potencial participação em fitorremediação da espécie xerófita e halófita *Euphorbia tirucalli*. Na parte prática, a contribuição residiu na busca de metodologias que permitam a proposta de indicadores químicos e biológicos visando a rastreabilidade da atividade proposta, especialmente frente ao momento desafiador que vivemos de mudanças climáticas bruscas e inesperadas que repercutem sobre populações, especialmente as sob condições de vulnerabilidade.

O estudo sobre *E. tirucalli* e seus mecanismos de ação, evidencia o que ocorreu durante sua adaptação ambiental ao longo de milênios no planeta em meio às condições edafoclimáticas severas, rudes e constantes em meios inóspitos de diferentes continentes, sugerindo o amplo potencial de emprego de substâncias da química vegetal desta espécie, cuja produção química variável sob determinadas condições estudadas *in vitro* e em campo, bem como quanto as adaptações morfológicas ao ambiente. Ambas características vegetais poderão servir como indicadores biológicos que cooperam para a rastreabilidade, talvez mesmo até para diagnóstico precoce, das variações ambientais extremas já detectadas pelos algoritmos.

Tais características inserirem-na em um novo contexto, ainda muito pouco explorado para esta espécie, qual seja, como potencial marcadora de variações edafoclimáticas. Tal hipótese deriva de sua curiosa adaptabilidade perante condições extremas na natureza, que são metodologicamente por nós investigadas desde 2003, tais como estresse hídrico (seca), estresse salino, luminoso (e eletromagnético), de temperatura, dentre outros.

O presente capítulo tem como objetivo descrever as etapas realizadas em revisão histórica quanto ao tema fitorremediação, bioindicadores e sustentabilidade, para emprego de espécie vegetal como indicador de níveis de poluição mas também como uso potencial enquanto fito-remediador, visando minimizar a persistência de agentes poluentes no ambiente.

A soma de esforços em busca de soluções locais sustentáveis requer equipe interdisciplinar em diálogo constante, a promover saúde ambiental enquanto estratégia de atenção primária à saúde única proposta pelo Sistema Único de Saúde (SUS) para mitigação de doenças ambientais preveníveis e evitáveis.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um Estudo de Caso, com abordagem qualitativa, tendo como objeto a revisão histórica sobre poluentes (resíduos, efluentes e vapores) e saúde e a promoção de sustentabilidade em saúde ambiental através de investigações científicas realizada por equipe interdisciplinar através de diversificadas estratégias metodológicas em tecnologia ambiental, visando-se a adequação destas práticas para o ensino superior e médio. O Estudo de Caso é uma modalidade de pesquisa qualitativa que consiste na análise sistemática e detalhada de um caso individual ou coletivo, para investigação do fenômeno (objeto) de interesse. Sua utilização ampliada para diversas áreas do conhecimento, com importante potencial investigativo fenomenológico (Ventura, 2007).

3 RESULTADOS

Os autores descrevem a trajetória da equipe interdisciplinar na evolução e aprofundamento do conhecimento sobre espécies vegetais potenciais para preservação e para recuperação ambiental de ambientes expostos a excessiva concentração de partículas poluentes, a partir das investigações científicas registradas temporalmente, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Contribuições de investigações interdisciplinares da engenharia ao ambiente e à saúde única.

Autores	Tipo de Poluição Ambiental/ Investigação	Título	Publicação/ Ano	Disponível em
VARRICCHIO, M. C. B. N. <i>et al.</i> , 2004.	Educação Ambiental	CARTILHAS EDUCATIVAS – uma Proposta para Conscientização Ambiental.	Anais do II Congresso Mundial em Educação Ambiental - FIOCRUZ (Resumo/Poster e apresentação oral), RJ, 2004.	-
VARRICCHIO, M.C.B.N., 2005	Câncer de Mama e Ambiente	Aveloz: da clínica à pesquisa básica.	Mesa Redonda. Congresso Brasileiro de Onco-Mastologia , Rio de Janeiro.	-
VARRICCHIO, M.C.B.N.; <i>et al.</i> , 2006.	Exudação de terpenóides	Avaliação qualitativa da produção de diterpenóides de <i>Euphorbia tirucalli</i> (aveloz) sob condições controladas para fins medicinais.	Revista Anais da FERTBIO/EMBRAPA CENTRO-OESTE , p. 20 - 24. MS, setembro 2006.	-
VARRICCHIO, M.C.B.N.; <i>et al.</i> , 2006.	Citotoxicidade e de Soluções Ultradiluídas e Dinamizadas em linhagem tumoral e Seletividade em linhagem normal	Cytotoxicity And Antitumoral Activity Of Extremely Diluted Solutions Of <i>Euphorbia tirucalli</i> L: An <i>In Vitro</i> Study.	Improving the Success of Homeopathy: WHO/OMS. London.	

VARRICCHIO et al., 2008, Oct.	Ação Alelopática no solo	Chromatographic analysis of Aveloz latex and the risks of non-standardized plant extracts.	FOG Archives, Petrópolis, 5 (2): 113-136	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-artigos?authuser=1#h.p_p1DnrUrjkqlq
VARRICCHIO et al., 2008	<i>In vitro</i> Plant development	<i>Euphorbia tirucalli</i> : qualitative analysis of vegetable development during <i>in vitro</i> cultivation.	BioFar. 1983-4209 – V. 03 – N. 01 - p1-13.	
NIGRI et al., 2017, May	Radiações (não – ionizantes) eletromagnéticas e Neoplasias	Linhas de Transmissão e Ambiente: Perspectiva histórica de diretrizes em Saúde Ambiental	INFO-SAPB Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. v.1 n.1.	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.p_Ao3lwclpMYL6
VARRICCHIO; PYRRHO, 2018	Educação Ambiental	Educação Ambiental: Pesquisa, Ensino e Assistência	<i>E-book</i> com ISBN.	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-livros?authuser=0#h.p_fxCeIXY2qMnR
DELAUNAY & RANGEL, B. A., 2019.	Potenciais mecanismos para descontaminação do solo	Contaminação do solo via atividades industriais e agrícolas e seus danos à saúde humana.	Apresentação: Nicole Delaunay – Geóloga (UFRJ).	Aula presencial no Curso de Extensão: Geofarmacobotânica e Bioprodutos. Centro Cultural FMPFase.-----
MUSMANNO et al., 2020	Estudos e ações interdisciplinares em pesquisa voltadas para a promoção do bem estar	PESQUISA E BEM ESTAR	INFO-SAPB Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. V. 4 n1	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.p_HFWQZtxGOBL
HANSEL-MARTINS et al., 2020.	Aplicações da Inteligência Artificial e Cuidados	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, SAÚDE, HUMANIZAÇÃO.	Anais da Semana Científica. Centro Universitário Arthur Sá Earp Neto, 2020. Petrópolis (RJ).	< https://www.even3.com.br/anais/SCUNIFA-SEFMP/281754-INTELIGENCIA-ARTIFICIAL-SAÚDE-HUMANIZACAO
WASIM et al., 2022, Mai	Produtos Naturais, Etnodesenvolvimento Urbano e Tecnologia Ecosocioambiental	<u>Produtos Naturais, Homeopatia e A cupuntura em Plantas: Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Tecnologia Ecosocioambiental</u>	SEIVA Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. V. 6 n. 1	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_seiva?authuser=0#h.1c0zhynni7kz
GASPAR et al., 2022, Mai	Jardim de Plantas Medicinais e espécies para controle de vetores de Doenças Ambientais	REGISTRO HISTÓRICO: REVITALIZAÇÃO DE JARDIM DO SERVIÇO DE HOMEOPATIA EM HGSCM NO CENTRO DA CIDADE DO RJ	SEIVA Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. V. 7 n. 1	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_seiva?authuser=0#h.enmmoxlwemka
KATHAR et al., 2023, Apr	Destino de Efluentes e fitoremediação	<i>CONSTRUCTED WETLANDS: Technology for removing drug concentration from water</i>	International Journal of Advanced Engineering Research and Science ISSN: 2349-6495(P) 2456-1908(O). Issue-4;	Article DOI: https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.104.13 .

GASPAR et al., 2023, May	Ações cidadãs frente à emergências climáticas	Estratégias lançadas pelo Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética (S APB)- LIPAT/FF/UFRJ frente às emergências climáticas	INFO-SAPB Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. V. 7 – n.1	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.3mbtxaqp6d6
GASPAR et al., 2023a, Jun	Aproveitamento de água e fito-recuperação de solo. Potencial ação inseticida.	Environmental and Economic Values of salt tolerance. <i>Euphorbia tirucalli</i> : Phytoremediation potential	International Journal of Advanced Engineering Research and Science Peer-Reviewed Journal. ISSN: 2349-6495(P) 2456-1908(O) Vol-10, Issue-6	Journal Home Page: https://ijaers.com/ Article DOI: https://dx.doi.org/10.2161/ijaers.106.5
DELAUNAY DE SOUZA et al. 2023.	Potencial digestor plástico	<i>Euphorbia tirucalli</i> : potencial digestor plástico e em bioeconomia.	Brazilian Journal of Development. v.9, n.9, p. 25662-25675.	ISSN 2525-8761. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv9n9-005 . https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/issue/view/218
GOMES et al., 2023, Aug.	Química de Produtos Naturais e de Bioprodutos nos ciclos dos parasitas de Doenças Negligenciadas	Leishmaniose, produtos naturais, bioeconomia e desenvolvimento sustentável.	Brazilian Journal of Development , 9(8), 25317–25333.	https://doi.org/10.34117/bjdv9n8-140
GASPAR et al., 2023b, Sep.	Ação antifúngica	Investigation of the antifungal action of natural products on seeds of <i>Euterpe oleraceae</i> : Bioproduct Potential.	Individual Chapter. E-book: Uniting Knowledge Integrated Scientific Research for Global Development.	ISBN: 978-65-84976-52-8. DOI:10.56238/uniknowindevolp-120. Link at: https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/2707 .
HANSEL-MARTINS et al., 2024, Jan.	Plantas com ação ambiental em solo	<i>Medicinal intercultural plant garden: Homeopathy and Phyto-nutritional care.</i>	Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales. V.17,n.1, p.6173-6188.	ISSN 1988-7833. DOI: https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-371 . Link at: https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/4319
VARRICCHIO et al., 2024	Controle de vetores de Doenças Endêmicas	Insecticidal and juvenilizing activity tests of <i>Euphorbia tirucalli</i> Latex on <i>Aedes aegypti</i> Larvae. Micropropagation and new potential for biological activity.	Chapter 3. E-book: Impactos da Dengue, Zika e Chikungunya: uma análise multidisciplinar. Seven Publicações Ltda. 2024, may.	ISBN: 978-65-6109-020-9. DOI: 10.56238/sevened2024.011-003. Link: https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/4363 .

OLIVEIRA/GOYTA KÁ et al., 2024	Processos empregados pelos Povos Originários do Rio de Janeiro	CONTRIBUIÇÕES DO DEPARTAMENTO DE MEDICINA TRADICIONAL DA FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HOMEOPATIA: Atenção ao resgate histórico da Medicina Tradicional e Etnomedicina em contexto urbano no Rio de Janeiro	SEIVA Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. V. 8 n. 2	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_seiva?authuser=0#h.pvgytd220ruy
GASPAR et al., 2024, Apr.	Destino de resíduos	Environmental impact of pollutants and the potential contribution to phytoremediation.	Individual chapter. E-book: Engineering and its advancements.	ISBN: 978-65-85932-09-7. DOI: 10.56238/sevened2024.004-012. Link: https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/ditora/article/view/4192 .
BENTES LOPES et al., 2024, Apr.	Destinos de resíduos, efluentes, insetos e aracnídeos mediado por plantas	Potencial ambiental do uso de plantas: Gestão de recursos perante incertezas climáticas	Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana	DOI: https://doi.org/10.55905/oelv22n4-019 ; https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/issue/view/37
VARRICCHIO et al., 2024, May.	Potencial fitoremediador de solo.	Insecticidal and juvenilizing activity tests of <i>Euphorbia tirucalli</i> Latex on <i>Aedes aegypti</i> Larvae. Micropropagation and new potential for biological activity.	Individual chapter. E-book: Impactos da Dengue, Zika e Chikungunya: uma análise multidisciplinar.	ISBN: 978-65-6109-020-9. DOI: 10.56238/sevened2024.011-003. Link at: https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/ditora/article/view/4363 .
NAGAMATSU et al., 2024, May.	Potencial antimicrobiano/ fito e bioremediador	Algas, Plantas Verdes Halófitas e Bactérias: Uma breve revisão.	INFO-SAPB Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. v.8 n.1.	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.u7zg2olemi1f
GASPAR, S.A. et al., 2024.	Planejamento e Manejo, Bioética Ambiental; Ética Ambiental.	SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL ETHICS (From the Environmental Primer to the Intercultural Garden).	Contemporary Journal.	https://doi.org/10.56083/RCV4N2-103 . 2024. Link at: https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3407
GASPAR, S.A. et al., 2024a	Bioética Ambiental; Ética Ambiental.	Environmental ethics at an intercultural Garden (Scientific initiation in sustainability).	Ebook: Exploring the Field of Agricultural and Biological Sciences , Seven Publicações Ltda. ISBN: 978-65-981429-4-0.	10.56238/sevened2023.001-019. 04/04/2024a. https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/ditora/article/view/4052 .
GAYER et al., 2024, Oct.	Emissões de Fumos e Vapores	Tabagismo, Saúde Pública e Saúde Ambiental.	INFO-SAPB Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. v.8 n.2.	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.sewngkl12zj3

REBELO et al., 2025, Jan	Revisão das Evidências do Potencial Fitoremediador de <i>E. tirucalli</i>	Ambiente: Saúde e Engenharia - Interdisciplinaridade em foco	Caderno Pedagógico. v.22, n.1	https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-141 https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/issue/view/134
TORRES et al., 2025, May	Exposição aos tipos de radiações	RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES E IONIZANTES: ESTUDO DE REVISÃO	INFO-SAPB Support Magazine to SAPB-LIPAT Project /FF/UFRJ - Techn Art. v.9 n.1.	https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.thuy82sxd2os

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

4 DISCUSSÃO

Fundamentados em Singer (2003), após pesquisa toxicológica e farmacológica (Varricchio, 2008), voltamos os olhares para o potencial fitoremediador que os metabólitos secundários podem ofertar durante a biotransformação em solo (uma das etapas de fitoremediação), especialmente em espécies vegetais complexas como aquelas produtoras de látex, que exibem inúmeras atividades biológicas de interesse, inclusive econômico e sócio-ambiental (Varricchio et al., 2008, a).

A biotecnologia vegetal, por definição, através de investigações e por intermédio de tecnologia de produtos, permite aproximação a aspectos da engenharia ambiental e da tecnologia sócio-ambiental (Varricchio, 2008). Desta forma, de maneira ética, trabalha-se na interseção interdisciplinar, convivendo com profissionais de outras áreas, enriquecendo-nos em conhecimento técnico, porém muito mais em humanização, no sentido de respeito, ética, diálogo e valorização do outro sob sua distinta perspectiva, diferente daquela do profissional de saúde, contudo, sempre com o olhar direcionado à dimensão da saúde ambiental e da bioética ambiental (Musmanno et al., 2019; Pinto, 2019; Wendling da Silva, 2019).

Investigações foram realizadas a partir de iniciações científicas, aproximando os alunos da graduação e de residência em medicina às noções de saúde ambiental e sustentabilidade, aprendendo assim a trabalharem a partir de aprendizagem baseada em projetos (Freire Souza Silva et al., 2023; Cruz Filho et al., 2023).

Saúde Ambiental é o estudo para a redução dos impactos que o meio ambiente tem sobre a saúde humana. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saúde ambiental como aqueles aspectos da saúde humana que são determinados por fatores ambientais: físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos. A saúde ambiental é uma área da saúde pública que estuda e reduz os impactos do meio ambiente na saúde humana. A saúde ambiental é importante porque a interação entre o ambiente e a saúde pública influencia o bem-estar das pessoas (Koifman; Thériault, 1994; Koifman; Mattos, 1996; Koifman et al., 1998; BR, MS, Saúde Ambiental. portal.gov). Seu aprendizado corresponde à demanda contemporânea.

A Engenharia Ambiental e Sanitária estuda os problemas ambientais de forma integrada nas suas dimensões ecológica, social, econômica e tecnológica com vista a promover desenvolvimento

sustentável. Portanto, ambas áreas de pesquisa e de intervenção trazem contribuições para o conceito de Saúde Única, ou seja, medidas fundamentadas na compreensão que a promoção à saúde é para todos seres vivos. O conceito de Saúde Única reconhece a conexão e integra a saúde humana, animal e ambiental (Thériault et al., 1994; BR, MS, Saúde Ambiental. portal.gov). A saúde única pode ser definida como esforço colaborativo multidisciplinar, atuando em nível local, nacional e global para garantir saúde ótima para o homem, os animais e o meio ambiente (Guimarães; Carvalho In EMBRAPA GADO DE LEITE, 2021).

Procedimentos tecnológicos através de estudos de campo em ecofisiologia (fora de laboratório para efetuação de análise em complexidade) foram perpetrados, priorizando-se a avaliação de fatores abióticos. Trouxeram evidências relevantes sobre mecanismos de ação no gênero *Euphorbia* ainda não estudados, também quanto aos marcadores químicos de atividades biológicas diversificadas desta espécie vegetal (Varricchio et al., 2008; Nigri et al., 2017; Delaunay & Rangel, 2019; Hansel-Martins et al., 2020; Gomes et al., 2023; Nagamatsu et al., 2024; Gayer et al., 2024).

Por tudo até o momento investigado, foi proposto que *E. tirucalli* sugere potencial ação como bio-indicadora também de exposição eletromagnética excessiva, e esta comunicação visa despertar o interesse dos profissionais com formação específica na área. Esta é uma espécie exótica de ampla adaptação e distribuição no planeta. Produtora de látex rico em diterpenóides, possui sua produção química variada em função do estresse oxidativo induzido por variações ambientais, dentre elas, luminosidade, temperatura e diferentes tipos de radiações de campos eletromagnéticos (Varricchio, 2008; Varricchio, Da Silva & Varricchio, 2010 In Nigri et al., 2017).

Digno de nota, justificando este capítulo, segue a discussão tecida abaixo sobre o uso das informações preliminarmente geradas:

- Indicadores de potenciais atividades fitoremediadoras, consequentemente, bio-indicadores que permitem o acompanhamento do potencial mitigador de *Euphorbia tirucalli* sobre os impactos da poluição ambiental de radiações não ionizantes eletromagnéticas (Nigri et al., 2017); de correções em solo para atividades contra insetos e pragas (Hansel-Martins et al., 2024); de resíduos de medicamentos e drogas na água Kathar et al., 2023); de acúmulo de resíduos plásticos, sua lise digestora com potencial reaproveitamento e recirculação do mesmo (Delaunay de Souza et al. 2023); a potencial fitoremediação do solo, quiçá bioremediação (Gaspar et al., 2024); bem como o questionamento quanto ao potencial fitoextrator de poluentes do ar e de vapores (Gayer et al., 2024);
- Como opções em situações de comprometimento da sustentabilidade perante a redução de água potável (Gaspar et al., 2023a);

- Perante excessos desencadeados por transtornos climáticos que sobrecarregam abruptamente o ambiente e demandam soluções não anteriormente pensadas (Gaspar et al., 2023, b; Bentes Lopes et al., 2024; Varricchio et al., 2024).

Enquanto metodologias e produtos que servem à docência da equipe em educação profissional e tecnológica além de iniciação científica na graduação e na pós-graduação (Wendling da Silva et al., 2019; Cler et al., 2025), para esta etapa que se concluiu, nossos resultados estiveram prioritariamente voltados para a identificação de atividades biológicas investigando-se seus mecanismos de ação.

Também visou-se o aproveitamento ou o desenvolvimento de novas metodologias de investigação, em busca de se conferir de maneira consistente o potencial de rastreabilidade dos eventos da cadeia produtiva e dos fenômenos ambientais.

Conforme conhecido, rastreabilidade é a capacidade de acompanhar a localização, aplicação ou histórico de um item, a partir de dados já registrados. A rastreabilidade é importante para: garantir que os produtos respeitam as normas vigentes; analisar questões como a proteção do meio ambiente e a saúde pública; corrigir falhas de processo, controlar e monitorar todas as etapas do processo produtivo, garantir a origem e a qualidade do produto final (ISO, 9001).

A promoção à saúde via educação em saúde também foi foco de nossas intervenções em atenção primária em saúde e em prevenção específica, indo portanto, desde os estudos de revisão (em geral publicados pelas revistas de apoio do Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética), passando pela pesquisa básica em busca de soluções sustentáveis avaliadas entre pares (mostradas no Quadro 1), chegando às intervenções em saúde praticadas em nível local e circuladas gratuitamente via aplicativos de smartphones (inseridas nestas publicações).

5 CONCLUSÃO

Foram descritas etapas de investigação realizadas em fitoremediação, através do emprego de espécie vegetal *Euphorbia tirucalli* como potencial indicador de níveis de resíduos persistentes e poluentes, também como potencial mecanismo fito-extrator, sugerido a partir destes ensaios elaborados pela equipe interdisciplinar, cujo intuito foi promover solução local sustentável, uma vez que 40% das doenças crônico-degenerativas são de origem ambiental em acordo com o sistema de vigilância epidemiológica DATA-SUS. Ou seja, para frizar a relevância deste movimento em pesquisa básica biotecnológica aplicada: a cada cem pacientes, quarenta possuem uma causa de doença de origem ambiental, possivelmente evitável.

O presente artigo teve por objetivo, portanto, tecer estudo evolutivo de caso, registrar e analisar as informações geradas e os aspectos mais importantes delas no que se refere às potenciais capacidades de mitigações de danos ambientais, visando à saúde única (saúde de todos seres vivos

com preservação/recuperação de fontes da natureza como um todo) através do diagnóstico do problema ambiental e da intervenção por intermédio de diversas espécies vegetais, aqui especialmente focado no que tange ao potencial papel fitoremediador de *E. tirucalli* gerador de resistência e sustentabilidade.

Novas investigações biotecnológicas estão sendo realizadas, uma vez que problemas ambientais nunca antes enfrentados requerem habilidades de avaliação crítica e planejamento para o estabelecimento de ensaios metodologicamente adequados às epistemologias vigentes, onde, porém, a criatividade e o raciocínio para adaptação dos mesmos deverão vigorar perante à compreensão da complexidade da natureza entre nós, pesquisadores.

Enquanto em biotecnologia prosseguimos as investigações de extratos fito-adaptogênicos e alimentos funcionais para modulação das respostas fisiológicas via imunidade adaptativa frente às crescentes estatísticas de doenças crônico-degenerativas de cunho ambiental, em um pensamento amplo que agrega a participação cidadã ética de todos, compartilhamos tais observações, de interesse interdisciplinar, quanto a espécie do gênero *Euphorbia*.

A temática que reúne as investigações sobre bioindicadores e fitoremediadores é de relevância crescente perante incertezas climáticas e acidentes sócio-ambientais. Embora ainda controverso, visa ao bem estar de toda sociedade quando busca-se soluções metodológicas racionais com visão global colaborando com alternativas sustentáveis em nível local, no intuito de diminuir este impacto ambiental e a migração dramática de populações afetadas, visando-se também melhor qualificar a ambiência ofertada a populações vulneráveis.

6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Estes ensaios ora apresentados correspondem a estudos efetuados em busca de metodologia adequada à hipótese formulada. Evidências favoráveis estão norteando a equipe ao planejamento de novas abordagens, que incluirão associações metodológicas.

Este tipo de avaliação qualitativa deve ter ainda em mente que os efeitos de uma atividade produzida hoje em nível local, podem aparecer somente após vários anos. Ressalte-se porém que na atualidade poderão ser comprovados cientificamente, face ao desenvolvimento tecnológico alcançado ao ser observada a complexidade. Contudo, por muitas vezes, o dano futuro não poderá ser comprovado de imediato, vindo assim a ocorrer efetivamente *a posteriori*, sem que se tenha podido adotar qualquer medida em sentido contrário.

7 RECOMENDAÇÕES FINAIS

Para finalizar, recomenda-se flexibilidade para lidar tanto com a complexidade como com a singularidade. Se profissionais, que pertencem à aquele grupo da tomada de decisão, unirem-se aos

saberes locais transdisciplinares, novas estratégias poderão ser melhor recebidas, mais efetivas a toda população e, tal parceria humanizada, poderá ser acalentadora perante momentos onde a resiliência precisará ser evocada, uma vez que tudo na vida tem um limite.

Para a confirmação da hipótese quanto à ação fitoremediadora em condições de secura (estresse hídrico), excesso de luminosidade e de extremos de temperatura, recomenda-se a realização de novo estudo de micropropagação vegetal associado à investigação botânica para descrição de características morfológicas específicas que condicionam a ação e/ou participam durante a dinâmica da atividade adaptativa fitoremediadora. A seguir, então, serão expostos a uma determinada condição indesejada poluente para ser investigada a resposta fitoremediadora, inicialmente, via cortes anatômicos de caule.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a parceria voluntária interdisciplinar e intersetorial dos diferentes profissionais junto ao Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética.

Os autores declaram a ausência de conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde: Saúde Ambiental. Disponível em: Saúde Ambiental. portal.gov.

CÓDIGO CIVIL. 1916. Art. 225. Disponível em: LEI Nº 3.071, DE 1º DE JANEIRO DE 1916.

CLER, J. da S. et al. A riqueza do diálogo inter-epistemológico para atenção integral: Humanidades e Medicina Social pelo Projeto Saúde Ambiental, Parasitologia, Bioética. Revista Aracê, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 241-259, 2025. ISSN 2358-2472. DOI: <https://doi.org/10.56238/arev7n1-014>. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2662>.

CRUZ FILHO, F. C. et al. Bioproducto com potencial digestor plástico. O ensino de ética ambiental pelo Projeto SAPB-LIPAT/UFRJ & UNIFASE-FMP. E-book Interdisciplinarity and Innovation in Scientific Research. São José dos Pinhais, PR: Seven Publicações Ltda., nov. 2023. ISBN 978-65-84976-74-0.

FREIRE SOUZA SILVA, F. et al. Professional ethics and bioethics: contributions of teaching homeopathy and phytotherapy in a medical student league for the development of humanities and cultural competence. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 9, n. 10, p. 28685-28699, out. 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/issue/view/220>.

GUIMARÃES, S. de A. B. O dano ambiental. Jus Navigandi, Teresina, ano 6, n. 58, ago. 2002. Disponível em: <http://www1jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=3055>.

GUIMARÃES, A. S.; CARVALHO, B. C. de. Saúde única: o conceito abrangente e definitivo. Biossegurança - EMBRAPA GADO DE LEITE, p. 36-37, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134841/1/Saude-unica.pdf>.

KOIFMAN, S.; THÉRIAULT, G. 50-60 Hz electric and magnetic fields and cancer: The use of field exposure measurements in epidemiological studies. In: CARPENTER, D. O.; AYRAPETYAN, S. (Eds.). Biologic Effects of Electric and Magnetic Fields. Vol. II. San Diego, CA: Academic Press, 1994. p. 201-231.

KOIFMAN, S.; MATTOS, I. E. Campos eletromagnéticos de frequência extremamente baixa (50-60 Hz) e câncer: revisão comentada da literatura – Trabalho elaborado para ELETROBRAS, 1996.

KOIFMAN, S. et al. Cancer cluster among young Indian adults living near power transmission lines in Bom Jesus do Tocantins, Pará, Brazil. Cadernos de Saúde Pública, v. 14, supl. 3, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1998000700016>.

MARTINS DE SOUZA, M. C.; ABREU NEVES, A.; TERNEIRO CANGANI, M. A política nacional do meio ambiente de Portugal.

MUSMANNO, P. et al. Euphorbia tirucalli and germination of Vigna unguiculata: Bioproduct and Biotechnological Potential. Poster apresentado oralmente no FMPFase Extension Course: Semiology: Care, Inter/Transdisciplinarity, Bioethics and Spirituality. Coordenação: Prof. Dr. Marcia C.B.N. Varricchio. 2019.

NIGRI, A. I. Influência das linhas de transmissão de alta tensão no meio ambiente. 2003. 79 p. Monografia (Bacharelado em Direito) – Universidade Estácio de Sá.

NIGRI, A. I. et al. Linhas de transmissão e ambiente: perspectiva histórica de diretrizes em saúde ambiental. INFO-SAPB/SAPB-LIPAT/UFRJ Support Magazine to SAPB-LIPAT Project - Technical Article, v. 1, n. 1, maio 2017. Disponível em: https://sites.google.com/view/lipat/sapb-revista_info-sapb?authuser=0#h.p_Ao3lwclpMYL6.

PINTO, M. D. D. C. de A. Comparison of the effect of *E. tirucalli* extracts on the germination of *Vigna unguiculata*. Testing fermented bioproducts on materials persistent in nature (plastics). Oral presentation. I Natural Products and Bioproducts Day for undergraduate and extension students at the FMPFase Cultural Center. Coordenação: Prof. Dr. Marcia C.B.N. Varricchio et al. FMPFase Cultural Center, Petrópolis, RJ, 15 jun. 2019.

SAMPAIO, F. J. M. O dano ambiental e a responsabilidade. Revista Forense, v. 317, p. 115, Rio de Janeiro: Forense, 1992.

SINGER, A. C. et al. Secondary plant metabolites in phytoremediation and biotransformation. Trends in Biotechnology, USA, v. 21, n. 3, p. 123-130, 2003.

THÉRIAULT, G. et al. Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France, 1970-89. American Journal of Epidemiology, v. 139, p. 550-572, 1994.

VARRICCHIO, M. C. B. N. *Euphorbia tirucalli* L.: Metabólitos Especiais, Biotecnologia, Toxicologia, Atividades Antitumoral e Adaptógena. 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VARRICCHIO, M. C. B. N. et al. *Euphorbia tirucalli*: qualitative analysis of vegetable development during in vitro cultivation. BioFar, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2008. ISSN 1983-4209.

VARRICCHIO, M. C. B. N. et al. Chromatographic analysis of Aveloz latex and the risks of non-standardized plant extracts. FOG Archives, Petrópolis, v. 5, n. 2, p. 113-136, out. 2008a. Disponível em: https://sites.google.com/view/lipat/sapb-artigos?authuser=1#h.p_p1DnrUrkjqlq.

VENTURA, M. M. The case study as a research modality. SOCERJ Magazine, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007. Disponível em: http://sociedades.cardiol.br/socerj/revista/2007_05/a2007_v20_n05_art10.pdf.

WENDLING SILVA, A. V. da. *Euphorbia tirucalli*, bioproduct and resinous biotechnological potential: Preliminary results. Oral presentation. Round Table: Neglected Diseases and Oncology & Bioproducts of *Euphorbia tirucalli*. Faculty of Pharmacy, UFRJ, 2019.