



**SIMPROFI**

Simposio dos Programas  
de Mestrado Profissional  
26 e 27 de outubro de 2022

**EDUCAÇÃO, TRABALHO  
E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL**



## **Oligoquetas como bioindicadoras de qualidade de solos: papel da *Eisenia andrei* e da *Eisenia foetida* como ferramentas para avaliação de solos provenientes de passivos ambientais industriais.**

Ana Paula Paglione Aniceto<sup>1, 2</sup>, Silvia Pierre Irazusta<sup>1,3</sup> Alexandre Formigoni<sup>1</sup>;  
José Manoel Souza das Neves<sup>1</sup>; Marília Macorin de Azevedo<sup>1</sup>.

**Resumo** - A ação antrópica no meio ambiente é responsável por muitas alterações nos ecossistemas e dentre estas destaca-se a atividade industrial como promotora de distúrbios ambientais, particularmente pela produção e descarte de resíduos, muitas vezes, resultando em importantes passivos ambientais. De modo especial, resíduos metálicos podem trazer graves impactos em matrizes, como corpos d'água e solo. Os efeitos negativos desta contaminação têm sido demonstrados em organismos dos diferentes níveis tróficos, os quais por esta razão, são considerados bioindicadores de qualidade ambiental. O objetivo deste artigo foi realizar uma revisão bibliográfica, com análise de conteúdo, sobre a importância e representatividade das oligoquetas das espécies *Eisenia andrei* e *Eisenia foetida* como indicadores biológicos de impactos da contaminação ambiental por metais pesados. Apesar da reduzida quantidade de artigos encontrados para o período selecionado, a análise das publicações aponta o emprego das espécies como bons bioindicadores de áreas degradadas por passivos contendo metais pesados, devido à sua simplicidade, reprodutibilidade, rapidez e baixo custo, tanto em testes agudos como em crônicos.

**Palavras-chave:** *Eisenia andrei*, *Eisenia foetida*, passivos ambientais industriais.

**Abstract** -. Anthropogenic action in the environment is responsible for many changes in ecosystems and among these industrial activity stands out as a promoter of environmental disturbances, particularly for the production and disposal of waste, often resulting in important environmental liabilities. In particular, metallic waste can have serious impacts on matrices, such as water bodies and soil. The negative effects of this contamination have been demonstrated in organisms of different trophic levels, which for this reason are considered bioindicators of environmental quality. The objective of this article was to carry out a bibliographic review, with content analysis, on the importance and representativeness of oligochaetes of the species *Eisenia andrei* and *Eisenia foetida* as biological indicators of impacts of environmental contamination by heavy metals. Despite the small number of articles found for the selected period, the analysis of the publications points to the use of the species as good bioindicators of areas degraded by passives containing heavy metals, due to their simplicity, reproducibility, speed and low cost, both in acute and in chronics.

**Keywords:** *Eisenia andrei*, *Eisenia foetida*, industrial environmental liabilities.

## 1 Introdução

A sociedade sempre está em busca de conhecimentos e novas oportunidades para a solução de problemas e dificuldades. Para obter respostas, baseia-se em erros e acertos a fim de identificar um padrão de qualidade, validando ou não o que já foi algum dia considerado correto ou assertivo (MOTTA; 2013). A necessidade de padrão de qualidade vem de muito tempo, tal que o Código de Hamurabi, de 1250 a.C. já discutia atributos e condições para que uma construção fosse avaliada como boa ou ruim. Desde então a busca para encontrar ferramentas que permitam a geração de indicadores evoluiu até o desenvolvimento da estatística como forma de padronizar os dados obtidos (OLIVEIRA; 2020; FERNANDES, MONTEIRO; 2019). Ao fazer uso de programas estatísticos para tratamento e análise de dados, é possível a construção de gráficos e tabelas com informações qualitativas e quantitativas, permitindo ser interpretadas como indicadores de um determinado fenômeno pesquisado e analisado. Essas medidas foram denominadas *key performance indicators* (KPIs) e são usualmente empregadas como padrões de qualidade para melhorias de desempenho, tomadas de decisões, tratamentos dos resultados obtidos, lucros e mudanças de estratégias de organizações (NADER, de TOMI, PASSOS; 2012; SANTOS, SANTOS; 2018). Neste contexto, os bioindicadores animais ou vegetais constituem os KPIs biológicos, para avaliar a qualidade ambiental ou eficiência de ações sustentáveis. A sustentabilidade ambiental trata de ações relacionadas aos aspectos sociais, como o descarte incorreto de resíduos, onde a relação com a proteção ambiental e os gastos econômicos-sociais podem ser mais eficazes e menos dispendiosos, gerando efeitos organizados e mais lucrativos para as empresas (SERAFINI *et al*; 2021). Avaliações para a qualidade e o monitoramento ambientais são extraídos pelas ocorrências do ambiente frente às agressões de um dano (SOUZA; 2010), como os marcadores de estresse oxidativo em peixes e espécies vegetativas, cuja formação dessas substâncias danosas e agressivas aos seres ocorrem devido à formação de substâncias pró-oxidantes e conseqüentemente exigem que protocolos ecotoxicológicos de marcadores por estresse oxidativos sejam formados para determinação de áreas de degradação ambiental (TREVISAN; 2008).

## 2 Referencial Teórico

Para a área ambiental, os padrões de qualidade são metodologias convencionadas e conhecidas, que determinam algumas características como as análises de padrões de potabilidade, determinações de contaminantes, dejetos em áreas degradadas ou não, entre outras. Ao avaliar a qualidade de um recurso hídrico por exemplo, é necessário um rastreamento desde a bacia hidrográfica (BERTOSSO *et al*; 2013), após o que se inicia o monitoramento por meio de indicadores de qualidade químicos, físicos e/ou biológicos, influenciados pela sazonalidade e a variabilidade de espaço-tempo (BRASIL; 2021).

Com relação aos indicadores biológicos ou bioindicadores, os mesmos podem ser representados por espécies vegetais ou animais. Nos diferentes ecossistemas são, em geral, representados por organismos dos níveis tróficos mais inferiores, cuja contaminação pode sofrer magnificação ao longo da cadeia

trófica. São espécies sensíveis aos impactos ambientais impostos ao seu habitat, sendo considerados agentes “sentinelas”, ou seja, são capazes de indicar danos ou alterações de seu ecossistema (BRUM *et al*; 2020). As respostas destes organismos aos distúrbios no seu ambiente são facilmente identificadas, em bioensaios simples e, por esse motivo, constituem ferramentas úteis, de fácil execução, com boa reprodutibilidade. Resultados como mortalidade ou alterações metabólicas subletais podem indicar presença de compostos nocivos naquele ambiente, embora não se prestem à identificação ou quantificação dos mesmos (de CARLI; 2019; MA *et al*; 1978; MENDES, DUARTE, RODRIGUES; 2020; PRESTES, VICENZI; 2019; ROMANOSKI, GUMBOSKI; 2021). Por exemplo, para se avaliar a ecotoxicologia terrestre, as minhocas constituem bons bioindicadores e possuem protocolos bem estabelecidos e constam de normas internacionais e, no Brasil, estão certificados na norma NBR 15537 de 2014 (ABNT; 2014), a qual determina os procedimentos experimentais e os parâmetros que irão apontar a presença ou ausência de alterações nesse ambiente, por meio de testes qualitativos ou quantitativos. Assim, as minhocas e suas respostas à efeitos de contaminação no ambiente terrestre, atendem ao conceito de KPI neste contexto.

As minhocas das espécies *Eisenia andrei* e *Eisenia foetida* são utilizadas nesses protocolos, onde se pode estabelecer parâmetros subletais como variação de massa, comportamento, reprodução, parâmetros a nível celular ou letalidade (VÁSQUEZ-LUNA, CUEVAS-DIAZ; 2019). Ao apresentar uma contaminação antrópica industrial, esses organismos, por suas características biológicas, como grande superfície de absorção e acumulação, são capazes de transportar esse dano a todos os outros da cadeia trófica, num processo denominado biomagnificação (PERES, 2003). Esses problemas acarretados têm potencial para se multiplicarem devido à complexidade e alta demanda de processos das indústrias (VEZZONE *et al*; 2019), que necessitam cada vez mais de recursos tecnológicos e extração de matéria-prima advinda de recursos naturais. Ao retirar esses produtos da natureza, as espécies ali existentes podem sofrer danos irreversíveis, afetando principalmente os seres de menor complexidade biológica. Esses impactos ambientais decorrentes das ações humanas ao longo da história são notórios, assim como as consequências para a saúde de todos, às quais podem ter causas variadas, dependendo do tipo de exposição, tempo, via de absorção e metabolismo (de ANDRADE *et al*; 2020).

Neste contexto, a contaminação de matrizes ambientais por metais pesados é das mais conhecidas e estudadas, podendo-se citar algumas ocorrências importantes na história mundial, como o desastre na baía de Minamata, no Japão com o problema de descarte de mercúrio, ou a contaminação das culturas de arroz, junto ao rio Jintsu, pelo cádmio, também no Japão, além dos mais recentes, como Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, ocorridos no Brasil, onde as barragens de rejeitos de minérios que cederam as suas estruturas, contaminando cidades ao longo do percurso do leito do rio e destruindo flora e fauna por toda sua extensão (BHAT e RAO; 2018; SANTOS *et al*; 2017; SILVA *et al*; 2019). Além da ocorrência pontual de acidentes ambientais, a contaminação também se dá de forma gradual e cumulativa, por descartes incorretos de resíduos, a percolação de materiais derrubados em estradas, além dos lixões, estes últimos com impactos que vão

além do terreno de contenção, atingindo também lençóis freáticos e ar atmosférico (MAFRA *et al*; 2020; PATRICIO, AMORIM, BORGES; 2022).

Sabe-se que o descarte incorreto de resíduos industriais contendo metais pesados, pode resultar em sua acumulação nas matrizes ambientais como solo e água, receptores finais de resíduos. No solo, uma importante contaminação relativa a estes metais é a sua infiltração a partir de descartes de resíduos de baterias, tintas, alimentos, poeira, descarte de eletroeletrônicos, entre outras (MAESTRI *et al*; 2010). Entre os principais contaminantes, encontra-se o chumbo, que, ao ser inalado ou ingerido, pode acarretar danos aos sistemas nervoso, hematológico e renal em humanos, com possível comprometimento do coração e fertilidade (BARROSO *et al*; 2021). Para vegetais comestíveis aos humanos, a Organização Mundial da Saúde – OMS – determina que possuam até 0,3 mg Kg<sup>-1</sup> de chumbo em sua composição. Essa taxa de transferência solo-planta depende de variáveis do solo e da espécie vegetativa. Em Santo Antônio, na Bahia, estudos já apontaram que a taxa de comprometimento dos vegetais próximos à área de contaminação da cidade é muito mais alta que esse limite (MAGNA *et al*; 2013).

Historicamente todo resíduo manufaturado de origem industrial poderia ser enterrado e colocado em sua área construída, sendo um passivo de ordem ambiental, sem exigência de tratamento (BRASIL; 1981). Após 2009, as áreas contaminadas com resíduos industriais foram classificadas com valores orientadores de utilização e de qualidade, validados pela legislação do Conselho de Meio Ambiente - CONAMA 420/2009 (BRASIL; 2009). Contudo, o material ali deixado, mesmo em mínimas concentrações podem acarretar distúrbios ambientais, especialmente para os organismos mais simples, como os fungos, algas, plantas e pequenos invertebrados (MERINO *et al*; 2020), os quais apresentam respostas proporcionais à contaminação, constituindo indicadores relevantes. Por esta razão, alguns autores, apontaram para a necessidade de se introduzir estes testes, com organismos bioindicadores, nos protocolos de monitoramento já validados nas normas ambientais, como adjuvantes aos usuais parâmetros químicos e físicos (SANTOS *et al*; 2021; SILVA-LEITE, MOURA, MARTINS-SILVA; 2022).

Como tema desse artigo, o solo demonstra grande importância para o progresso humano desde os primórdios, com o desenvolvimento da agricultura como base de existência (VEZZANI, MIELNICZUK; 2009). Da união dos termos “*pedon*”, grego, que significa solo e “*logos*”, de estudo surgiu a pedologia, como a ciência do solo. Nessa especialidade, estudam-se os horizontes do solo, suas colorações e definições, características para o solo, como a textura, quantidade de cada material importante em sua composição, como areia, silte ou argila, entre outras definições (LEPSCH; 2011). Uma parte muito importante do solo é a quantificação de material orgânico e mineral, que são dependentes do pH (SOUZA; 1995). A presença de matéria orgânica promove a fertilidade do solo e se possuírem grandes quantidades desse componente, o pH se eleva, podendo tornar os metais de ação antropogênica mais facilmente disponíveis (REIS, RODELLA; 2002). Apesar de ser conhecido que os minerais facilitam o desenvolvimento dos vegetais, dependendo do seu teor, alguns deles podem se solubilizar e acumular nas camadas rochosas, principalmente pela alteração de pH, decorrente da ação antrópica (MORALES *et al*; 2012). Essa

biodisponibilidade dos metais tóxicos afeta o ambiente, tendo impactos nos organismos integrantes desses ecossistemas, cujas respostas podem ser detectadas pelos ensaios ecológicos e ecotoxicológicos. Por esse motivo o emprego de espécies sensíveis como monitores para avaliação de risco ambiental apresenta bons resultados e são fáceis de serem avaliados.

Os anelídeos como as *Eisenia andrei* e *Eisenia foetida*, por serem muito sensíveis a qualquer alteração de solo e seu ecossistema, são considerados bons bioindicadores de contaminação nessa matriz (BERNARDINO; 2019; MACHADO; 2016; SIERRA, GUERREIRO, SOLOLSKI; 2021). Ao se alimentarem do material orgânico presente em solo, num processo denominado vermicompostagem, as minhocas podem ingerir contaminantes presentes nesse material, uma vez que processam uma massa equivalente ao seu peso em apenas um dia (ALENCAR, NETTO, NOGUEIRA; 2016). Assim, ao digerirem todos os constituintes do solo, esses detritívoros podem se alimentar de detritos que compõem o solo e o transformam em húmus, adsorvendo pela sua cutícula ou absorvendo os metais ali presentes e metabolizando-os, processo que leva a sua incorporação ao longo do tempo (MENDES; 2012; SANTANA; 2018). Ao entrarem em contato com esses compostos, podem sofrer danos celulares e de metabolismo, resultando em respostas variadas, que são os denominados “endpoints” padronizados nos bioensaios (LUQUE *et al*, 2020). Essas alterações podem ser metabólicas ou de comportamento e, seu agravamento, pode causar até a sua morte (BOUGHATTAS *et al*; 2021; BOUGHATTAS *et al*; 2019; de AZEVEDO, CORONAS; 2018, LUQUE *et al*; 2020). Não só nos passivos ambientais, mas também a agricultura, pelo uso de agroquímicos, muitos deles contendo metais pesados em sua composição, podem complexar-se com a matéria orgânica presentes no solo, tornando-se mais assimiláveis pelos organismos, provocando toxicidade nas plantas cultivadas e no solo, de forma cumulativa (SANTANA, MORALES, JACQUES; 2019).

A partir do exposto, a finalidade desse artigo foi realizar um levantamento bibliográfico a fim de discutir a importância das oligoquetas da espécie *Eisenia andrei* e *Eisenia foetida* como bioindicadores úteis e confiáveis para a identificação de impactos em solos derivados de passivos industriais.

### 3 Método

Este artigo se desenvolveu a partir de uma pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa, utilizando-se de um procedimento bibliográfico.

A análise e revisão bibliográficas foram realizadas com o uso dos bancos de dados Pubmed, Portal Capes e Google Acadêmico, utilizando os descritores *Eisenia* e *Metais pesados*, no período de 2017 a 2022. Foram adotados os critérios de inclusão de artigos e documentos que tratassem somente dos dois descritores juntos e, após essa seleção foi realizada análise de conteúdo dos artigos.

Ao buscar conteúdos utilizando somente os descritores, as informações coletadas na revisão bibliográfica relacionam o problema de pesquisa com os dados obtidos sobre os anelídeos, em uma varredura de materiais recentemente usados por pesquisadores.

#### 4 Resultados e Discussão

Para o período analisado, no banco de dados Pubmed foram encontrados 36 resultados, no Portal Capes, foram 27 resultados e no Google Acadêmico, 725. Após avaliação dos artigos pelo título e o resumo e dos critérios de inclusão de artigos e documentos que tratassem somente dos dois descritores juntos, foram descartados aqueles que não tratavam de solo ou de análise das minhocas, restando apenas 12 artigos no Pubmed, 04 no Portal Capes e no Google acadêmico, 37 resultados.

Como os artigos encontrados no Pubmed e no Portal Capes estavam incluídos nos resultados do Google Acadêmico, a análise levou em consideração os trabalhos do Google acadêmico. A Tabela 1 apresenta os resultados segundo o contaminante e o tempo de exposição do bioindicador, relatado em horas.

Tabela 1 – Artigos publicados entre 2017 a 2022, utilizando minhocas como bioindicadoras de contaminação de solo por metais pesados.

AUTORES	CONTAMINANTE	TEMPO DE EXPOSIÇÃO
Andreu-Sánchez <i>et al</i>	Metal pesado	336 h
Arenaza Fababa	Metal pesado	–
Barbaran Cruz	Metal pesado	720 h
Barreto De Oliveira	Metal pesado	144 h
Böck <i>et al</i>	Metal pesado	48 h
Bustamante Carrión	Metal pesado	1488 h
Cerrón <i>et al</i>	Metal pesado	–
Cervantes-Ramírez <i>et al</i>	Metal pesado	–
Cesar <i>et al</i>	Metal pesado	336 h
Contreras Tapia <i>et al</i>	Metal pesado	720 h
Costa	Metal pesado	1344 h
Cuyubamba Meza	Metal pesado	–
Figueira, Caldeira, Tuerlinckx.	Cinzas leves	672 h
González-Alcaraz, Loureiro, Van Gestel	Metal pesado	504 h
Gryczak, Petzhold	Resíduo de carvão mineral	48 h
Hoehne <i>et al</i>	Lodo de curtume	48 h
Honscha <i>et al</i>	Área de mineração recuperada	48 h
Laricano Flores	Resíduos de mineração	1080 h
López-Rueda	nanopartículas de MP	–
Lourenço, Castilhos, Cesar	Lodo de barragem	336 h
Malón e Burga	Metal pesado	investigação de existência
Martínez	Praguicida	336 h
Miguel-Barrera <i>et al</i>	Metal pesado	–

Mosquera Córdoba	Metal pesado	3192 h
Ojeda-López, Franco-Hernández, Rodríguez-Quiroz	Resíduo de mineração	3024 h
Passos <i>et al</i>	Rejeito de mineração de ouro	48 h
Ramires <i>et al</i>	Matadouro de suínos	336 h
Rodríguez-Seijo <i>et al</i>	Metal pesado	1344 h
Santana	Metal pesado	1320 h
Serrano, Castilhos, Cesar	Resíduo de mineração de carvão	672 h
Silva, Tuerlinckx, Tomazetti	Cinzas gaseificação carvão	672 h
Tavares <i>et al</i>	Metal pesado	48 h
Torre; Alexandra	Lixiviado de aterro sanitário	-
Tuerlinckx, Huber, Muniz	Cinzas volantes	672 h
Ulloa <i>et al</i>	Solo derivado de mineração	48 h
Wenzel	Clorpirifós e Metais pesados	240 h
Zapata <i>et al</i>	Metal pesado	2160 h

Fonte: autores, 2022

Observa-se que, no que diz respeito ao tempo de exposição, a tabela mostra que 7 dos 37 autores (18,9%) realizam o protocolo de 48 horas, os quais confirmam a rápida resposta destes organismos, otimizando os ensaios (ABNT; 2014; ALENCAR, NETTO, NOGUEIRA; 2016; BOUGHATTAS *et al*; 2021; BOUGHATTAS *et al*; 2019; de AZEVEDO, CORONAS; 2018, LUQUE *et al*; 2020).

Ao ler os artigos contendo resíduos de mineração e carvão, 21,62% dos artigos que trabalham com esse detrito (8 de 37 artigos) relatam o obstáculo da lixiviação (SERAFINI *et al*, 2021), possivelmente acarretando danos em outras áreas, (MAFRA *et al*; 2020; PATRICIO, AMORIM, BORGES; 2022). Os artigos com rejeitos de minérios e carvão são de países como o Chile, Colômbia e México, regiões latinas, que apresentam esse passivo antropogênico de retirada de minérios em grandes quantidades e que apresentam uma ordem de registros de pesquisas bastante atuais sobre o tema. Esses residuais de mineração ao serem solubilizados nas matrizes ambientais podem ser facilmente absorvidos pelos organismos de níveis tróficos inferiores (SANTOS *et al*; 2021; SILVA-LEITE, MOURA, MARTINS-SILVA; 2022), seja pelos vegetais ou por animais. Para as oligoquetas que vivem em baixa profundidade de solo, vão apresentar alta sensibilidade quanto à presença de contaminantes antropogênicos (BERNARDINO; 2019; LEPSCH; 2011; MACHADO; 2016; SIERRA, GUERREIRO, SOLOLSKI; 2021). Por estarem em camadas superficiais e auxiliarem na oxigenação do solo, a quantidade de matéria orgânica presente (REIS, RODELLA; 2002), pode interagir com os resíduos da mineração, e a interação do metal pesado com a matéria orgânica presente pode ser um contaminante para a sua alimentação, por alterar o pH e biodisponibilizar o metal tóxico mais facilmente, em presença de materiais orgânicos (MENDES; 2012; MORALES *et al*; 2012; SANTANA; 2018). Desse modo, esses organismos, representados pelas minhocas têm potencial para serem classificados como bioindicadores de qualidade ambiental (MERINO *et al*; 2020; SANTANA; 2018; SANTANA, MORALES, JACQUES; 2019). Diante desses resultados, é válido

reforçar a necessidade e as vantagens que esses bioensaios poderiam trazer ao serem incorporados aos protocolos de diagnóstico e, principalmente, de monitoramento ambiental que constam nas normas vigentes (SANTOS *et al*; 2021; SILVA-LEITE, MOURA, MARTINS-SILVA; 2022).

Para as *Eisenia andrei* e *Eisenia foetida*, as respostas aos danos ambientais podem ser alterações em suas estruturas, na reprodução, alterações teciduais, comportamentais, variação de massa, e até a letalidade (ABNT; 2014; de CARLI; 2019; MA *et al*; 1978; MENDES, DUARTE, RODRIGUES; 2020; PRESTES, VICENZI; 2019; ROMANOSKI; GUMBOSKI; 2021). Entretanto, todos estes parâmetros que seriam úteis na detecção e monitoramento de impactos de contaminações do ambiente terrestre não constam nas leis vigentes de controle de detritos em solos por ação antrópica (BRASIL; 2009; BRASIL; 2021).

Ao descrever sobre padrões de qualidade e como esses devem ser padronizados, Motta (2013) classificou como relevantes as análises de dados (FERNANDES, MONTEIRO; 2019; OLIVEIRA; 2020). Ao validar esses danos causados para os seres mais simples, pode-se avaliar que há resultados estatísticos e as normativas ambientais são capazes de receber KPIs de avaliação biológica, como testes de fuga, letalidade, bioacumulação, assim como os registros de normas internacionais relatados (VÁSQUEZ-LUNA, CUEVAS-DIAZ; 2019). O que é sabido é que os danos ambientais não diminuirão com o tempo, pois as indústrias necessitam de recursos naturais e tecnológicos cada vez maiores para continuar expandindo (VEZZONE *et al*; 2019).

## 5 Considerações finais

Apesar da reduzida quantidade de artigos encontrados para o período selecionado, a análise das publicações aponta o emprego das espécies *Eisenia foetida* e *Eisenia Andrei* como bons bioindicadores de áreas degradadas por passivos contendo metais pesados, devido à sua boa reprodutibilidade, confiabilidade, rapidez e baixo custo, tanto em testes agudos como em crônicos. Esses vermes já são usados em normas ISO e ASTM no mundo, com os testes de fuga, bioacumulação, entre outros e a NBR 15537/2014, baseada nas internacionais, valida os testes de toxicidade ambientais, nas formas aguda e crônica para esses seres de cadeia trófica inferior.

Essa revisão de literatura conseguiu mostrar que as publicações avaliadas são concordantes quanto ao emprego desta ferramenta para avaliação de áreas contaminadas e a minhoca pode ser considerada um indicador de qualidade e de ordem ambiental da matriz terrestre, sendo necessária uma nova avaliação dos órgãos ambientais para os valores orientadores apenas para danos em humanos, desprezando seres mais simples e mais sensíveis às ações antropogênicas.



## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS (ABNT); **Ecotoxicologia terrestre - Toxicidade aguda - Método de ensaio com minhocas (Lumbricidae)**. São Paulo, outubro de 2014.

ALENCAR, A. P.; NETTO, A. J.; NOGUEIRA, B. D.; **Efeito de substratos na produção e multiplicação de *Eisenia fetida* Savigny (1826)**; Acta Kariri Pesq. e Des. Crato/CE, V.1, N.1, p.21-28, 2016;

BARROSO, P. P.; ALMEIDA FILHO, A. A.; ARAÚJO, C. G.; MACHADO, C. P.; BERGAMIN, X. F. C.; MARCONDES, S. S.; **Intoxicação pelo chumbo em paciente com projétil de arma de fogo alojado na cabeça femoral**; Revista Científica da FMC. Vol. 16, nº 1, P 56 - 60; 2021;

BERNARDINO, M. M.; **Comportamento e ecotoxicologia de pesticidas em solos do cerrado**; Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA, no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Agroquímica; 77 Páginas, 2019;

BERTOSSI, A. P. A.; DE MENEZES, J. P. C.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, M. A.; **Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando Estatística Multivariada**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 5, p. 2025 - 2036, Londrina, PR, 2013.

BHAT, S. S.; RAO, S.G.; **The Blind Spot; Review Article Toxicology**; Asian Pac. J. Health Sci., 2018; 5(3):225-232;

BOUGHATTAS, I., HATTAB, S., ALPHONSE, V.; LIVET, A.; GIUSTI-MILLER, S.; BOUSSETTA, H.; BANNI, M.; SOUSSERRHINE, N.; **Use of earthworms *Eisenia andrei* on the bioremediation of contaminated area in north of Tunisia and microbial soil enzymes as bioindicator of change on heavy metals speciation**. J Soils Sediments 19, 296–309 (2019)

BOUGHATTAS, I.; HATTAB, S.; ZITOUNI, N.; MKHININI, M.; MISSAWI, O.; BOUSSERRHINE, N.; BANNI, M.; **Assessing the presence of microplastic particles in Tunisian agriculture soils and their potential toxicity effects using *Eisenia andrei* as bioindicator**, Science of The Total Environment, Volume 796, 148958, p 1 - 10; 2021;

BRASIL, LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981; **Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, DOFC DE 02/09/1981, P. 16509

BRASIL, RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009; **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, publicado no Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84;

BRASIL, PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021; **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** MINISTÉRIO DA SAÚDE; DOU nº 85, de 7-5-2021, Seção 1, páginas 126 a 136;

BRUM, B. R.; D'ÁVILA, R. S.; SGUAREZI, S. B.; SANTOS FILHO, M.; IGNÁCIO, A. R. A.; **Análise temporal da utilização de aves, como sentinelas ambientais no monitoramento de contaminação por agrotóxicos;** Research, Society and Development, v. 9, n. 7, 26 p, 2020;

de ANDRADE, V.L., COTA, M., SERRAZINA, D., MATEUS, M.L., ASCHNER, M., DOS SANTOS, A.P.M.; **Metal environmental contamination within different human exposure context- specific and non-specific biomarkers.** Toxicol Lett. 2020 May 15;324: 46-53.

de AZEVEDO, A. R.; CORONAS, M. V.; **Uso de testes de fuga com minhocas *Eisenia andrei* e *Eisenia fetida* para identificação da toxicidade de agrotóxicos no Brasil: Uma breve revisão da literatura.** Ciência e Natura, p. 18-26, 2018.

de CARLI, B. P.; **Zooplâncton como indicador da qualidade ambiental em reservatórios do estado de São Paulo;** Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental; 88 Páginas, Sorocaba, 2019.

FERNANDES, E. C.; MONTEIRO, D. A. A.; **Análise do Controle Patrimonial de Bens Permanentes em uma Organização Pública;** Administração Pública e Gestão Social, vol. 11, núm. 4, 22 PÁGINAS, 2019.

LEPSCH, I. F.; **19 lições de pedologia;** Editora Oficina de Textos; 456 páginas; 2011.

LUQUE, S.; BALSAMO, P. J.; SANTOS, V.; IRAZUSTA, S. P.; **Possíveis Impactos Da Presença De Microplásticos Em Ambiente Terrestre;** XV simpósio dos programas de mestrado profissional; unidade de pós-graduação, extensão e pesquisa; P 1079 - 1089, 2020;

MA, T. H.; SPARROW, A. H.; SCHAIRER, L. A.; NAUMAN, A. F.; **Efeito do 1,2-dibromoetano (DBE) nos cromossomos meióticos das células-mãe do pólen de *Tradescantia* aos raios-X;** 58: 251258; 1978;

MACHADO, B. R.; **Avaliação da toxicidade ambiental do agrotóxico Glifosato em solo utilizando como bioindicador minhocas da espécie *Eisenia andrei*;** Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenheiro Ambiental e Sanitarista, 64 páginas, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2016.

MAESTRI, E.; MARMIROLI, M.; VISIOLI, G.; MARMIROLI, N.; **Metal tolerance and hyperaccumulation: Costs and trade-offs between traits and**

**environment**, Environmental and Experimental Botany, Volume 68, Issue 1, 2010, Pages 1-13;

MAFRA, M. S. H.; LUNARDI, W. G.; SIEGLOCH, A. E. RECH, A. F; RECH, T. D.; CAMPOS, M. L.; KEMPKA, A. P.; WERNER, S. S.; **Potentially toxic metals of vegetable gardens of urban schools in Lages**, Santa Catarina, Brazil; SOIL SCIENCE • Cienc. Rural 50 (3) • 2020;

MAGNA, G. A. M.; MACHADO, S. L.; PORTELLA, R. B.; CARVALHO, M. F.; **Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-Bahia**; Quim. Nova, Vol. 36, No. 7, 989-997, 2013

MENDES, L. A.; **Estudo para utilização de vermicomposto com vistas à remediação de solos contaminados com cromo, cobre e chumbo**. Dissertação apresentada ao Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Ciências Química Analítica. Universidade de São Paulo, 111 páginas, 2012.

MENDES, M. P., DUARTE, M. N.; RODRIGUES, W. C.; **Levantamento de insetos com potencial bioindicador de qualidade ambiental em fragmento de floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro**. Entomology Beginners, 1, e001-e001. 4 páginas, 2020;

MERINO, M. A. O.; CONCORDA, M. C. M.; CONCORDA, M. V. M.; BARZOLA, J. L. S.; **Macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água na parte central do rio Jipijapa - Equador**; Recimundo, volume 4, nº 4, p 454 - 467; 2020.

MORALES, C. A. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; SAMPIETRO, J. A.; MORALES, B. P.; ALMEIDA, J. A.; **Carbono orgânico e atributos químicos do solo em florestas de *Pinus taeda***. SCIENTIA PLENA VOL. 8, NUM. 4, P. 1 A 9; 2012;

MOTTA, P. R. M.; **O Estado Da Arte Da Gestão Pública**; RAE, v. 53, n. 1, São Paulo, 2013, P 082-090;

NADER, B.; de TOMI, G.; PASSOS, A. O.; **Indicadores-chave de desempenho e a gestão integrada da mineração**; Mineração • Rem: Rev. Esc. Minas 65 (4) 2012, p 537-542;

OLIVEIRA, O. J (org.); **Gestão da Qualidade: tópicos avançados**; Cengage learning, 2020; 1234kb (livro eletrônico), ePub; 192 páginas.

PATRICIO, K. P.; AMORIM, A. R.; BORGES, B. Z. R.; **O descarte incorreto de resíduos sólidos em um centro cirúrgico: um problema ambiental, econômico e social**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 7 páginas; 2022.

PERES, F.(org.); **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**; Editora FIOCRUZ, 384 páginas, 2003.

PRESTES, R. M.; VINCENZI, K. L.; **Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental**; Braz. J. Anim. Environ. Res., Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019;

REIS, T. C.; RODELLA, A. A.; **Cinética de degradação da matéria orgânica e variação do pH do solo sob diferentes temperaturas**; Seção III - Biologia do Solo; R. Bras. Ci. Solo, 26:619-626, 2002;

ROMANOSKI, D. L.; GUMBOSKI, E. L.; **Líquens enquanto bioindicadores da qualidade ambiental**; XIV Encontro Nacional de pós-graduação e pesquisa em geografia, Revista Thema, v.19 n.2, p 356-366; 2021;

SANTANA, N. A.; **Fitorremediação do cobre em vinhedos: efeito do fungo micorrízico arbuscular, minhocas e vermicomposto**; Tese apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciência do solo, área de concentração em Biodinâmica e manejo do solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, 126 páginas, 2018.

SANTANA, N. A.; MORALES, C. A. S.; JACQUES, R. J. S.; **Estratégias biológicas na fitorremediação do cobre**; Editora Simplíssimo, 50 páginas, 1ª edição, 2019.

SANTOS, J. P. O.; LOPES, G. N.; GONZAGA, K. S.; ABREU, K. G.; MUNIZ, L.E.S.; CARTAXO, P. H. A.; **Insetos como bioindicador de qualidade ambiental em ambientes aquáticos**; Revista Thema, v 19, n 2, p 356 - 366; 2021;

SANTOS, M. C. B.; KEDE, M. L. F. M.; MOREIRA, J. C.; MAVROPOULOS, E.; ROSSI, A. M.; BERTOLINO, L. C.; PEREZ, D. V.; SANTELLI, R. E.; BIELSCHOWSKY, C.; SOARES, R.; **Avaliação da toxicidade e comportamento geoquímico do chumbo em solos contaminados de Santo Amaro da Purificação (BA) após atenuação por fósforo**; Revista Virtual de Química, Niterói, v. 9, n. 5, p. 2135-2150, set./out. 2017.

SANTOS, P. V. S.; SANTOS, L. P. G.; **Gestão De Indicadores: um estudo de caso no setor de serviços**; Brazilian Journal of Production Engineering, São Mateus, Vol. 4, N. 04, p. 115-133. (2018). Editora CEUNES/DETEC;

SERAFINI, P. G.; MOURA, J. M.; NOBRE, A. C. S.; REZENDE, J. F. D.; **Avanços e desafios da sustentabilidade ambiental na Universidade Federal do Rio Grande do Norte**; Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent. 8(20): P 1349-1370, 2021.

SIERRA, B. E. G.; GUERREIRO, J. M.; SOLOLSKI, S.; **Phytoremediation of Heavy Metals in Tropical Soils an Overview**; Sustainability, 13, 2574, 24 p, 2021;

SILVA, G. R. R.; RUDY, J. T.; MATOS, K. F. R.; SILVA, E. L.; GURGEL, H. C.; **Análise dos possíveis efeitos na incidência de neoplasias referentes a intoxicação por metais pesados após o desastre ambiental da Samarco em Mariana-MG**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE, 9., 2019, Blumenau – SC;

SILVA-LEITE, M.; MOURA, C. O.; MARTINS-SILVA, M. J.; **Insetos bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental no Jardim Botânico de Brasília**; Heringeriana 16: e917962, 13 páginas, 2022.

SOUZA, C. G.; fundação instituto brasileiro de geografia e estatística (EDS.). **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, p 1 -10; 1995.

SOUZA, R. E.; **Monitoramento da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, utilizando biomarcadores de estresse oxidativo em *Anomalocardia***

***brasiliiana* (Gmelin, 1791) como indicadores de poluição aquática.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção de título de mestre em Ecologia. 78 páginas, 2010.

TREVISAN, R.; **Marcadores de estresse oxidativo e outros parâmetros biológicos em peixes e bivalves como ferramentas de monitoramento ambiental: análise de dois ecossistemas catarinenses**; Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas. 70 Páginas, 2008.

VÁSQUEZ-LUNA, D.; CUEVAS-DIAZ, M. C.; **Soil contamination and alternatives for sustainable development**; Editora IntechOpen; 139 páginas, 2019;

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **Uma visão sobre qualidade do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 4, p. 743–755, ago. 2009.

VEZZONE, M.; CESAR, R. G.; POLIVANOV, H.; SERRANO, A. F.; NASCIMENTO, M. T.; SIQUEIRA, D. M.; RODRIGUES, A. P. C.; MONTE, C.; CASTILHOS, Z. C.; CAMPOS, T. M. P.; **Influência da Salinidade na Toxicidade de Sedimentos Dragados da Lagoa Rodrigo de Freitas e Baía de Guanabara (RJ): Efeitos Tóxicos em Minhocas**; Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ; Vol. 42 - 4 / 2019 p. 07-17.