

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FLÁVIO ELÓI FERREIRA DE LIMA SILVA
RAUL FREITAS VENTURA

**BIOINDICADORES COMO MÉTODO DE
OBSERVAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL**

RECIFE/2022

FLÁVIO ELÓI FERREIRA DE LIMA SILVA
RAUL FREITAS VENTURA

**BIOINDICADORES COMO MÉTODO DE OBSERVAÇÃO DO IMPACTO
AMBIENTAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de Bacharelado em
Biologia do Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA,
como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof. Dr^a. Lilian Maria Araújo de
Flores

RECIFE
2022

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 1745.

S586b Silva, Flávio Elói Ferreira de Lima
Bioindicadores Como Método de Observação do Impacto Ambiental /
Flávio Elói Ferreira De Lima Silva, Raul Freitas Ventura. Recife: O Autor,
2022.
33 p.
Orientador(a): Prof. Lilian Flores.
Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – Unibra. Bacharelado em Ciências Biológicas, 2022.
Inclui Referências.
1. Bioindicador. 2. Saúde ambiental. 3. Ecossistema. I. Ventura, Raul
Freitas. II. Centro Universitário Brasileiro - Unibra. III. Título.

CDU: 573

RESUMO

Aqui está sendo apresentado a importância do uso de bioindicadores para a determinação de impactos ambientais de forma preventiva que possa causar danos ao ecossistema e saúde pública, dessa forma o civil poderá atuar de forma indireta alertando a órgãos para tomar as devidas decisões para a resolução do problema, para a conscientização é necessário a introdução dos conhecimentos sobre quais espécies que possam ser usadas como bioindicadores para a detecção dos problemas que causam o desequilíbrio do ambiente, essa conscientização deve ser introduzida a partir do ensino básico e sempre reforçada para que se torne parte do cotidiano e qualquer pessoa possa avaliar o impacto, tendo em vista que alguns desses bioindicadores podem ser reconhecidos de forma simples e não havendo a necessidade de equipamentos específicos para esse tipo de avaliação precoce, e nem tendo necessidade de precisar avaliar microrganismos, incluindo invertebrados e plantas. Assim podendo ser uma maneira viável para uma avaliação mais eficiente para um solução rápida e necessária evitando um desgaste totalmente prejudicial à fauna e flora do meio que circunda o problema, para este trabalho foram usadas como fonte de pesquisa artigos científicos com o devido tema, todas disponíveis de forma gratuita para consulta, este trabalho usou como base de dados revistas de teor científico, pesquisas nacionais e internacionais, revisões bibliográficas e estudos de caso, com as datas de 1993 até o ano de 2022, será apresentado os bioindicadores como forma de analisar os impactos ambientais e reconhecimento de um ambiente equilibrado, a diversidade dos bioindicadores e a presença deles no meio urbano e sua importância para a determinação do agressor ambiental, o uso dos bioindicadores como forma de avaliação da qualidade do solo, qualidade da água, do ar e definir sua classificação, será tido como principal exemplo amplo e abordado com veemência as Oligochaetas utilizadas em pesquisas sobre a qualidade um bom solo, além do uso dos líquens como indicadores da qualidade do ar, assim será explanada a diversidade dos bioindicadores.

Palavras-chave: Bioindicador. Saúde ambiental. Ecossistema.

ABSTRACT

Here the importance of using bioindicators for the survival of environmental impacts in a preventive way that can cause damage to the ecosystem and public health is being presented, in this way the civil can act indirectly by alerting the bodies to make the necessary decisions for the resolution of the problem, for awareness it is necessary to introduce knowledge about which species can be used as bioindicators for the detection of problems that cause the imbalance of the environment, this awareness must be guided from basic education and always advised so that it becomes part of everyday life and anyone can assess the impact, bearing in mind that some of these bioindicators can be recognized in a simple way and there is no need for specific equipment for this type of early assessment, nor having the need to adapt to microorganisms , including invertebrates and plants. Thus, it can be a viable way for a more efficient evaluation for a quick and necessary solution, avoiding a totally harmful wear and tear on the fauna and flora of the environment that surrounds the problem, for this work, scientific articles with the appropriate theme were used as a source of research, all available free of charge for consultation, this work used as a database scientific journals, national and international research, bibliographic reviews and case studies, with the dates from 1993 to the year 2022, bioindicators will be presented as a way of analyzing the environmental impacts and recognition of a balanced environment, the diversity of bioindicators and their presence in the urban environment and their importance for determining the environmental aggressor, the use of bioindicators as a way of assessing the quality of the soil, water and air quality and define its classification, the Oligochaetas used in research on the quality of good soil will be taken as the main broad example, in addition to the use of lichens as indicators of air quality, thus explaining the diversity of bioindicators.

Keywords: Bioindicator. Environment health. Ecosystem.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1 Objetivo geral.....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
3.1 O que são bioindicadores.....	9
3.2 A importância dos bioindicadores.....	9
3.3 Classificação dos bioindicadores.....	10
3.4 Diversidade dos bioindicadores.....	13
3.5 Bioindicadores no ambiente urbano.....	13
4. DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....	15
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	16
5.1 CONSCIENTIZAÇÃO DA POPULAÇÃO SOBRE BIOINDICADORES.....	16
5.2 OLIGOCHAETA.....	17
5.2.1 Comportamento das oligochaeta no meio e a saúde do meio ambiente...17	
5.2.2 Espécies nativas e invasoras nas pesquisas de impacto ambiental.....18	
5.2.3 Benefícios das oligochaeta no solo para indicação do potencial produtivo.....	20
5.2.4 Oligochaeta como indicadores de contaminação do solo.....	22
5.2.5 Oligochaeta como indicadores de perturbação ambiental.....	23
5.3 Líquens como bioindicadores de qualidade do ar.....	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades nas últimas décadas levou a uma pressão cada vez maior das atividades humanas sobre os recursos naturais. Em toda a Terra, quase não há ecossistemas que ainda não tenham sido afetados por seres humanos, como poluição da água, desmatamento, poluição das águas subterrâneas e introdução de espécies exóticas. Esses impactos resultam em perda de habitat e perda de espécies e biodiversidade (GOULART; CALLISTO, 2010).

O que se observa é a forte pressão dos sistemas de produção sobre os recursos naturais, por meio de obter matérias-primas para a produção de commodities para o crescimento da economia. O desenvolvimento resultante devolve capital ao sistema de produção além da degradação ao meio ambiente (muitas vezes irreversível) - poluição (GOULART; CALLISTO, 2010).

As preocupações ecológicas não são o mais atual movimento de conscientização em massa, nem moda científica. A chuva ácida é tema de discussão na Grã-Bretanha desde o século XIX. A degradação ambiental em escala global tem seu risco já que cada vez mais os humanos aumentaram a caça, o pastoreio, desmatamento, agricultura, etc, oferecendo um risco extra para o ambiente que aumenta de forma gradativa. Os produtos industriais lançados no meio ambiente estão se tornando cada vez maiores (TOMMASI, 1994). Por isso é importante encontrar meios de identificar e avaliar esses danos ambientais.

Ao longo do processo de crescimento das cidades, os centros urbanos progrediram à custa da degradação do meio ambiente, diminuindo a oferta de recursos naturais, criando uma crise energética, reduzindo produção de commodities e crises econômicas (ALMEIDA et al., 1993). Além disso, devemos também considerar que em áreas com alta concentração de camadas miseráveis da sociedade, há uma maior pressão sobre os recursos naturais devido à total desinformação e falta de recursos, associados a péssimas condições de vida. Como resultado, observou-se que em baixa habitação social e econômica por exemplo, favelas e distribuição de renda extremamente desigual, agravando a situação de miséria de uma parcela significativa da população com consequências imediatas em problemas ambientais (GOULART; CALLISTO, 2010).

Os bioindicadores são espécies ou grupos de espécies cuja presença, abundância e distribuição indicam o quanto o ambiente afeta os ecossistemas

aquáticos e suas bacias hidrográficas (BORBA, 2020).

A sua utilização permite uma avaliação integrada do impacto ecológico causado por múltiplas fontes de degradação. Além disso, o uso de indicadores biológicos é mais eficaz do que a medição instantânea de parâmetros físicos e químicos como temperatura, pH, oxigênio dissolvido, nutrientes totais e níveis dissolvidos, que geralmente são medidos no campo e usados para avaliar a qualidade da água (BORBA, 2020). A Agência de Controle Ambiental dos EUA recomenda o uso de indicadores biológicos para complementar as informações sobre a qualidade da água (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

Entre os Bioindicadores, existem algumas espécies que estão diretamente relacionadas a uma determinada fonte poluidora ou a fatores naturais de poluição potencial (por exemplo, alta densidade de oligoquetas (“minhocas aquáticas”) e quironomídeos, larvas vermelhas de Diptera em rios com alto teor orgânico conteúdo da matéria). Além disso, são uma ferramenta importante para avaliar a integridade ecológica (a “saúde” de um rio, avaliada comparando a qualidade da água e a biodiversidade entre a área afetada e a área de referência (ainda a área pontuais ou difusas) (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

O presente estudo é uma revisão sobre as propostas de otimização do método de análise do meio ambiente usando os bioindicadores como meio de observação de impacto ambiental devido ao crescimento das áreas urbanas e com a medição deste crescimento acompanhada por um método comportamental obtendo assim resultados confiáveis e em curto espaço de tempo, garantindo a integridade do meio.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elucidar o uso dos micro e macro organismos como métodos de observação de impactos ambientais, tanto no âmbito popular quanto por especialistas na área, dando visão aos impactos causados no ambiente para evitar o aumento das consequências, e tratando com antecedência.

2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os bioindicadores.
- Apresentar os bioindicadores em âmbito urbano.
- Mostrar a importância das oligoquetas como bioindicadores.
- Demonstrar a diversidade dos bioindicadores.
- Classificar os Bioindicadores.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Que são bioindicadores

Os bioindicadores são micro e macro organismos que estão intimamente ligados com o meio no qual residem, de forma que qualquer alteração desse meio pode refletir diretamente ou indiretamente na população desses organismos (MARA, 2008).

Esses organismos dão respostas sobre a alteração do ambiente que lhe cerca de diversas formas que vão variar nas suas estruturas moleculares-bioquímicas até o nível de comunidade. Pode-se interpretar até mesmo formas de alteração morfológica destes bioindicadores, seja no tamanho em geral por um balanceamento do tamanho da espécie dentro da comunidade, ou coloração, seu comportamento também deve ser levado em consideração, sua reprodução, sua interação ou invasão em outros habitats (MARA, 2008).

Bioindicadores são os organismos que expressam a condição que o meio a qual estão inseridos oferecem a eles, podendo ser negativo ou positivo, quando analisados expressam as perturbações que desequilibram a qualidade do ambiente. (OLIVEIRA; FREIRE; AQUINO, 2004).

3.2 A importância dos bioindicadores

Os bioindicadores tem como função para a análise ambiental apresentar em estudos um resultado sobre a influência do meio em que ele está inserido, dessa forma pela ligação intrínseca e dependência do ambiente eles carregam a influência das alterações que o meio sofre, podendo alterar sua morfologia, comportamento e estrutura orgânica (MATOS, 2009). De exemplo é apresentado os macroinvertebrados bentônicos como Gastropoda, Oligochaeta e Diptera, que participam de diversos processos como a ciclagem da matéria, fluxo de energia, sendo principal fonte alimentar de peixes, ligando estes à produção primária. Também liberam nutrientes que ficam estocados nos sedimentos próximo a rios que tornam o solo mais fértil (TAGLIAPIETRA; SIGOVINI, 2010). Por serem sensíveis a poluição do ambiente aquático, são excelentes para a determinação da qualidade da água, podendo apontar alterações no pH e presença excessiva de matéria orgânica em leitos de rios (SANTOS; RODRIGUES, 2015).

A macrofauna do solo é composta por formigas, besouros e cupins são bioindicadores considerados "Engenheiros do solo", pois ajudam na aeração do solo, por cavar túneis descompactam e deixam o solo mais fácil para a penetração das raízes das plantas, além de serem cultivadores de fungos que enriquecem o solo e são decompositores de outros macrorganismos. Indicam a qualidade do solo, acidez, compactação e presença de matéria orgânica, dessa forma são utilizados para a avaliação de um solo para bom plantio (FERNANDO, et al, 2009).

Dessa forma os bioindicadores exercem papéis importantes de expressar a qualidade de um ambiente, que em seu estado natural é favorável para o organismo desde que esteja em equilíbrio com as demais fauna e flora em sua volta. Com isso os bioindicadores são utilizados para o estudo e manutenção do ambiente, pois qualquer alteração em sua morfologia ou na área celular e comportamental deve ser observada com atenção, pois eles expressam a qualidade do ambiente que estão inseridos (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

3.3 Classificação dos bioindicadores

Um indicador biológico é selecionado devido à sua sensibilidade ou tolerância a determinados parâmetros poluentes. As espécies integram as condições ambientais ao longo de seu ciclo de vida, de modo que as avaliações biológicas podem avaliar efetivamente os dados de poluição aguda ou persistente. Nesse contexto, os indicadores biológicos são muito eficazes em revelar determinados impactos ambientais devido à sua especificidade para determinados poluentes (BUSS, 2003).

A resposta de cada organismo é fortemente influenciada pelas condições físicas, químicas e biológicas do ambiente (temperatura, umidade, vento e radiação), bem como pelas condições fisiológicas, morfológicas, estruturais e nutricionais. Dessa forma, o biólogo pode adicionar elementos ou substâncias como reação a possíveis desequilíbrios ambientais devido à poluição (BAGLIANO, 2012).

Existem diferentes classificações de indicadores biológicos com base em características como sensibilidade, potencial de acumulação, organismo de teste, organismo de monitoramento, autoecologia, ecologia, etc (LIMA, 2000; LOUZADA, 2000; DE PAULA, 2010).

Os indicadores biológicos podem ser expressos em termos bioquímicos,

celulares, fisiológicos, compartimentais ou energéticos por medições de fluidos corporais, células, tecidos, ou por medições feitas em organismos intactos, a presença de poluentes ou a resposta dos organismos ao que é afetado (ARIAS, 2007).

Os indicadores de efeito são representados por alterações bioquímicas, fisiológicas ou comportamentais em um organismo que, dependendo da intensidade, podem ser comparadas às normas normais. Eles revelam alterações em um organismo devido à ação de agentes químicos em qualquer tecido, órgão ou sistema. Os indicadores de sensibilidade mostram a capacidade genética ou adquirida de um organismo para responder à exposição a uma determinada substância (AMORIM, 2003).

Os indicadores biológicos também podem ser categorizados de acordo com sua função primária na perícia ambiental e diferenciados dependendo de suas variáveis de resposta ao evento ao qual estão expostos (BARBOSA, 2013). A tabela 1 apresenta exemplos de classificação de bioindicadores e suas características em relação às espécies.

Tabela 1: Descrição dos grupos de bioindicadores e suas principais características.

GRUPO BIOINDICADOR	CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES
Detectores	Espécies locais que respondem a mudanças ambientais mensurável
Exploradores	Reagem positivamente a perturbações causadas pelos agentes agressores
Acumuladores	Permitem a verificação de bioacumulação de substâncias poluentes
Sentinelas	Introduzidos para indicar níveis de degradação e prever ameaças ao ecossistema

Sensíveis	Modificam acentuadamente o comportamento sob os efeitos dos agentes agressores
-----------	--

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2013.

Quase todos os grupos de organismos têm potencial para atuar como indicadores biológicos, entretanto, os melhores organismos para biomonitoramento são os invertebrados, principalmente os macroinvertebrados (Figura 1), por serem mais simples de formar amostras e extremamente eficientes por possuírem diferentes tolerâncias e sensibilidades. Da mesma forma, os insetos são considerados bons indicadores biológicos, como Odonata (libélulas), Coleoptera (besouros), Lepidoptera (borboletas e mariposas), Hymenoptera (formigas, vespas e abelhas) e mais comumente Mayflies e Trichoptera (HANASHIRO, 2012; BARBOSA, 2013).

Outra possibilidade de classificar grupos ou espécies de indicadores biológicos é organizá-los de acordo com o ambiente natural em que os organismos se encontram, tornando os indicadores biológicos mais eficientes em termos de sua sensibilidade às influências antrópicas do ambiente. Essa classificação é ainda mais importante para estudos que utilizam métodos que analisam passivamente organismos que já existem naturalmente no ambiente de pesquisa.

Ao selecionar um indicador biológico específico, as seguintes características devem ser consideradas: facilidade de amostragem; sensibilidade a pequenas mudanças ambientais; inofensivo para humanos e animais; manuseio seguro; amostragem adaptável de acordo com os ecossistemas; facilidade de identificação taxonômica; distribuição mundial; abundância numérica; baixa variabilidade genética e ecológica, tamanho grande, ciclo de vida longo, atividade limitada, características ecológicas conhecidas, associação com os principais processos do ecossistema; padrões observados em categorias de indicadores espelham evidências em outras categorias (polinizadores, predadores de sementes, parasitóides e decompositores); categorias taxonômicas superiores (ordens, famílias, tribos e gêneros) mostram ampla distribuição geográfica e diferentes tipos de habitats; possuem taxonomia inferior altamente especializada categorias (espécies e subespécies) a fim de serem muito sensíveis às mudanças em seus habitats (RODRIGUES, 2011).

Com base nas informações obtidas por meio do biomonitoramento ambiental, é possível identificar poluentes de origem local e regional e avaliar seu impacto e extensão. Da mesma forma, o biomonitoramento fornece informações importantes que podem apontar os responsáveis pelos impactos, mesmo quando as concentrações de poluentes se encontram próximas aos limites aceitáveis (BUSS, 2003).

3.4 Diversidade dos Bioindicadores

Cada ambiente comporta suas próprias espécies naturais e adaptadas para viver nas condições que lhe é proporcionada, a disposição de alimento, abrigo e condições para a reprodução que cada ambiente entrega, faz com que a diversidade dos bioindicadores se expandem, pois os organismos são adaptados para viver nas condições que o ambiente lhe oferece de forma natural. (BROWN; DOMINGUEZ, 2010). Dessa forma a diversidade dos bioindicadores é enorme e de extrema importância para a determinação do poluente ou agressor do solo, podendo ser listado como indicadores de qualidade da água insetos aquáticos, Dipteras, moluscos, bivalves e principalmente por representantes das ordens Heteroptera, Odonata e Coleoptera, que são organismos de espécies distintas presentes em grande parte dos habitats de água doce (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

A diversidade dos bioindicadores variam desde microrganismos, passando pelos macrorganismos e pelas plantas, cada ambiente vai possuir sua própria gama de indicadores biológicos, sua falta, sua presença, abundância ou redução, em um único habitat pode apresentar centenas de indicadores cada um associado a um aspecto do ambiente, ar, água e do solo.

Não só organismos de ordem animal compõem as espécies bioindicadores, mas também a flora é um indicador popular e de fácil observação. A flora é usada há anos como método de avaliação do solo para avaliar a qualidade do solo para plantio por agricultores, um exemplo é a, presença de samambaias e sapê que, na cultura popular, é indícios de um solo pobre para plantio e ácido (ROSE MYRIAN, 2000).

3.5 Bioindicadores no ambiente urbano

A ausência de um bom planejamento para o desenvolvimento urbano

sustentável implica em danos severos ligados a qualidade ambiental, como exemplo, má coleta de lixo que pode gerar infestação dos corpos d'água, impermeabilização do solo que evita o escoamento correto da água, poluição atmosférica que pode atingir diretamente as plantas, são cada vez mais comuns na maior parte das cidades (MONDAL; SOUTHWORTH, 2010). A necessidade de uma avaliação ambiental nas cidades é cada vez mais importante para a definição dos danos causados ao ambiente e qualidade de vida por exemplo, o alto nível de poluição, seja na água, no solo e no ar (LOMBARDO, 1985) resultando num impacto nocivo aos organismos vivos e para todo um ecossistema (PRESTES; VINCENCI, 2019).

Entra o papel principal dos bioindicadores inseridos no ambiente urbano, como forma de monitorar a qualidade do ambiente, possuindo inúmeras vantagens na sua utilização, fornecendo informações sobre o risco que está imposto sobre a flora e fauna e própria saúde humana (KAPUSTA S.C. 2008). Outra vantagem da utilização dos bioindicadores é o baixo custo da utilização de materiais sofisticados para a medição desses parâmetros apresentados pelos organismos (CARNEIRO, 2004).

Como forma de exemplo, líquens são perfeitos para a avaliação da poluição do ar, pois dependem da absorção de oxigênio da árvore a qual estão instalados para a manutenção do seu organismo e da sua relação simbiótica (MARCELLI, 1992; MARTINS, 2006). Crustáceos foram usados como método de estudo para a qualidade de áreas costeiras, tanto sobre a quantidade de movimentação de turistas e locais, ou até mesmo de veículos que causaram perturbações nas praias, quanto na qualidade das águas das marés, foram indicadores essenciais nas pesquisas das praias do Rio de Janeiro (ABBOTT, 1974; SEREJO, 2004; AMARAL et al., 2006).

A presença dos bioindicadores no âmbito urbano é de extrema importância para a definição da qualidade do ambiente, além de refletir sobre as qualidades que estão sendo impostas aos habitantes das cidades e como citado no artigo 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Sendo os bioindicadores uma ferramenta essencial para a avaliação e manutenção dessa qualidade ambiental (PRESTES; VICENCI, 2019).

4. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Utilizou-se como base de dados para desenvolvimento, artigos científicos, revistas de teor científicas, resultados comprovados em artigos de pesquisas realizadas em doutorados, ambos disponíveis para pesquisa de forma gratuita no Google Acadêmico, em língua portuguesa brasileira e inglês.

Os dados estudados constam do ano de 1993 à 2022.

As palavras chaves usadas para buscar as informações foram: Bioindicadores, Oligoquetas, Análise ambiental, Poluição, Desequilíbrio ambiental, Poluição do Solo e Agrotóxicos.

Foram utilizados apenas textos de base científicas com aprovação de responsáveis pela área biológica, baseado também em artigos publicados em revistas cuja a qual aprovam apenas pesquisadores especializados sobre o assunto que está sendo tratado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como apontado no decorrer, os bioindicadores desempenham um papel crucial para a avaliação do meio ambiente.

Seja em âmbito aquático, terrestre e aéreo, os bioindicadores apontam qualquer que seja a alteração positiva ou negativa, como foi vai ser apresentado pelas oligoquetas que são indicadores de qualidade do solo e líquens como indicadores de qualidade do ar, até mesmo nos artrópodes como forma de alarme sobre o má descarte de resíduos da atividade humana em meio urbano.

Mesmo em formas menores da presença de agressores do solo as oligoquetas puderam mostrar sensibilidade e amostras de curto a longo prazo, como apresentado na análise do substrato do esgoto de fábricas, em que por um período de 18 semanas as oligoquetas *E. fetidas* tiveram um aumento na sua reprodução porém após 9 semanas depois do boom populacional, devido ao acúmulo de metais em seu organismo, foram morrendo e diminuindo sua população (LOCK; JANSSEN, 2002).

Sendo mostrando que de forma pré-analítica os bioindicadores são para o conhecimento da população sobre seu uso como monitoramento do equilíbrio ambiental e o estudo preciso sobre eles para especificação do poluente responsável pela alteração da estabilidade.

5.1 Conscientização da população sobre Bioindicadores

O conhecimento da população foi de extrema importância para a exposição de descasos com o ambiente, tendo em vista esse ponto pode-se afirmar que o estudo de bioindicadores deveria ser amplamente explorado durante o ensino fundamental nas cadeiras devidas ao assunto, e reforçado durante o ensino médio, para que esse conhecimento seja difundido, também proporcionar conscientização da população que já tenham concluído as demais etapas de ensino (MOREIRA; BORBA; PEREIRA, 2022).

Da mesma forma com que foi introduzido ao conhecimento popular como se identificar a forma larval do *Aedes aegypti*, popularmente conhecido com mosquito da dengue, em momentos de surtos no nordeste que chegaram a um aumento de 120% em relação ao ano de 2020 e 2021, poderiam ser implementadas maneiras de trazer a tona esse tipo de assunto tão importante para diagnósticos precoce dos

danos causados ao meio ambiente (MOREIRA; BORBA; PEREIRA, 2022).

No caso das medidas tomadas para o *Aedes aegypti* foram implementados comerciais televisivos, folhetos distribuídos de maneira ampla na rua, eventos populares para a conscientização, agentes de campo para irem até os moradores e também realizar a fiscalização dos ambientes propícios à proliferação do mesmo, apesar dessas medidas estarem enfraquecendo e os casos aumentando, seja por conta dos civis ou por falta de ação da parte governamental, esses são bons exemplos que surtiram efeitos em pelo menos parte das pessoas que tomaram para si hábitos que evitem a propagação desses tipos de praga (ZANANDREZ, 2020).

Por isso é exposto que deve ser de conscientização ampla as informações para a identificação de possíveis bioindicadores de qualidade ambiental até porque nossa saúde está intimamente ligada a tudo que consumimos diretamente e indiretamente da natureza, de forma passiva ou ativa, de forma ativa saber a qualidade da água que estamos consumindo, o estado em que se encontram os rios, mares e fontes de água que sejam próximas, ainda mais para áreas rurais que não tem saneamento básico adequado ou periferias, já de forma passiva pode ser observado como o ar que estamos respirando está atingindo plantas sensíveis a gases tóxicos presentes na atmosfera, gerado por indústrias e meios de transporte (MOREIRA; BORBA; PEREIRA, 2022).

Dessa forma pode se identificar não só agentes que possam causar danos ao ambiente e todo o seu ecossistema, quanto causar danos a nós que fazemos parte desse ecossistema.

5.2 Oligochaeta

5.2.1 Comportamento das oligochaeta no meio e a saúde do meio ambiente

A presença de organismos em uma determinada área reflete as inter-relações entre as características do solo, do clima e da vegetação. Em solos agrícolas, o uso, o manejo, a cobertura vegetal e as propriedades físico-químicas e biológicas do solo podem modificar as populações de macroinvertebrados (MERLIMET, 2005).

As minhocas são consideradas excelentes indicadores da qualidade do agroecossistema porque respondem a diferentes tipos de uso e manejo do solo, estão associadas a condições ambientais como a fertilidade do solo e são

suscetíveis à perturbação e poluição do habitat (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

As práticas de manejo que causam perturbação do solo tendem a reduzir as populações de minhocas, reduzindo assim a atividade e os benefícios das minhocas. Esses organismos estão no ambiente do solo. A diminuição das populações de minhocas em áreas agrícolas pode ser causada diretamente pela morte de organismos, devido a danos causados por equipamentos de rotação do solo, ou mesmo indiretamente devido a danos em galerias (drilosfera), redução de fontes de alimentos, mudanças de temperatura, umidade, aeração do solo, etc (CURRY, 2002).

A comunidade de minhocas em um determinado local é uma função das condições do solo (tipo de solo, mineralogia, teor de matéria orgânica, textura, estrutura, temperatura, umidade e pH), vegetação (espécie e cobertura), topografia (localização topográfica, mergulho), clima (precipitação, temperatura, umidade relativa, vento), interações com outros organismos do solo e provenientes das condições históricas do solo e do local (história humana e geológica). Dados sobre comunidades de minhocas em um determinado local podem indicar a integridade de um ecossistema e sua capacidade de resistir a perturbações, ajudando a identificar áreas prioritárias para atividades de conservação. Portanto, o levantamento e identificação de espécies nativas e exóticas no solo é relevante para o conhecimento da diversidade e compreensão das inter-relações existentes nos ecossistemas (BROWN; JAMES, 2010).

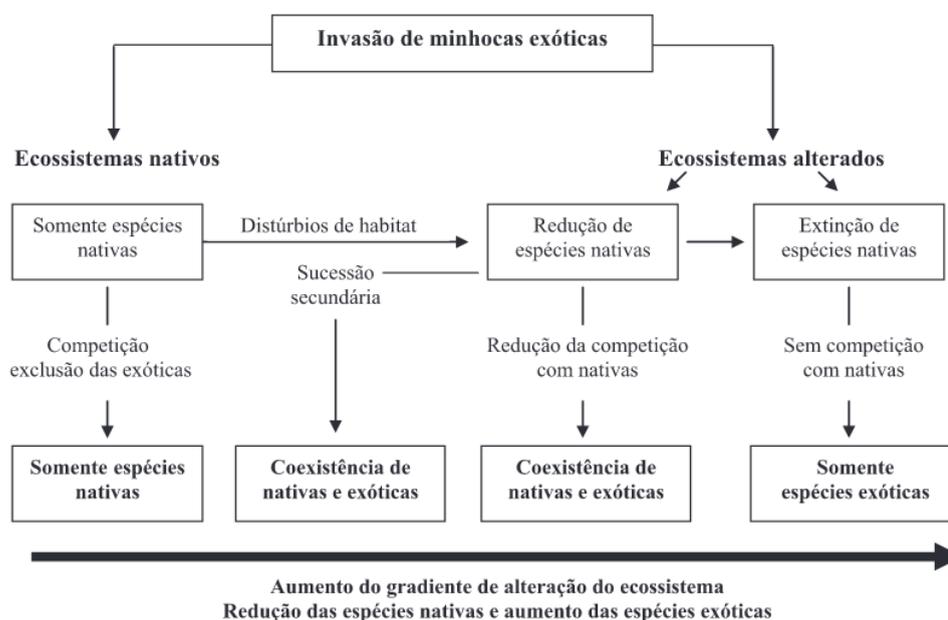
Em conclusão, a presença, abundância e diversidade de minhocas podem, sem dúvida, indicar o impacto das atividades humanas nos ecossistemas agrícolas e naturais. No entanto, o uso de minhocas como indicadores ambientais permanece limitado na América Latina, principalmente devido ao conhecimento limitado da biologia básica, ecologia e taxonomia da maioria das espécies presentes nos agroecossistemas latino-americanos (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

5.2.2 Espécie nativas e invasoras nas pesquisas de impacto ambiental

A diversidade ecológica pode ser definida como a diversidade de espécies presentes no bioma de uma região, refletindo as complexas interações que ocorrem nos ecossistemas. Existem cerca de 8.300 espécies conhecidas de minhocas no mundo, distribuídas em 38 famílias e 811 gêneros (ODUM, 2004; ARAUJO, 2007).

A presença de espécies nativas ou exóticas de minhocas em um determinado local permite aos pesquisadores inferir a extensão das mudanças que o ambiente sofreu. As espécies nativas persistem apenas enquanto a influência humana é insignificante e a vegetação nativa não é deslocada. Os seres humanos transportaram minhocas exóticas ao redor do mundo e, em alguns casos, esses organismos podem ser invasivos, alterando significativamente as populações nativas de minhocas, propriedades e processos do solo e afetando positiva ou negativamente o crescimento das plantas (BROW, 2006; FRAGOSO, 1999).

Figura 1: Fluxograma sobre a invasão das minhocas exóticas.



Fonte: STEFFEN, (2006).

Em ecossistemas inalterados, as minhocas nativas podem impedir a invasão de espécies exóticas porque estão mais bem adaptadas ao ambiente original. No entanto, mudanças nos ecossistemas, sejam causadas por eventos humanos ou naturais, podem resultar na extinção ou declínio de populações nativas devido a mudanças repentinas na estrutura do solo, ciclagem de nutrientes e microclima. Essas mudanças no ecossistema podem danificar e reduzir as populações nativas de minhocas, favorecendo a invasão de espécies exóticas (Figura 1) (GONZALEZET, 2006).

Em geral, as espécies invasoras (exóticas) tendem a impactar negativamente os ecossistemas nativos, alterando seus organismos e flora e alterando as

propriedades, processos e funções do ecossistema. No entanto, é preciso destacar que em áreas humanizadas, como as agroflorestas, a introdução de espécies exóticas de minhocas pode aumentar os benefícios, pois algumas propriedades químicas, físicas e biológicas são melhoradas (MCNEELY, 2001).

5.2.3 Benefícios das *Oligochaeta* no solo para indicação do potencial produtivo

As minhocas são um dos organismos mais importantes do solo para vários processos considerados críticos para manter a fertilidade e a qualidade do solo. As minhocas formam estruturas biológicas (coprólitos) compostas por agregados altamente estáveis, garantindo uma boa porosidade do solo e resistência geral à degradação, seja por água, vento ou erosão mecânica. Porque eles consomem matérias orgânicas em diferentes estágios se decompõem, as minhocas também os alteram significativamente Decomposição e mineralização (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

A curto prazo, as minhocas epígeas (vivendo em lixo e consumindo mais materiais orgânicos fresco) e (vivem no solo, mas consomem lixo e matéria orgânica do solo) promove a quebra da matéria orgânica pela quebra de partículas maiores e aumentar seu contato com o solo e as atividades de outros organismos, especialmente microorganismos (BROWN, 1995). O papel da espécie *Eudrilus eugeniae* e *Eisenia fetida* na decomposição de resíduos orgânicos (de origem animal e vegetal) é bem conhecido, e essas espécies são amplamente utilizadas na criação de minhocas na América Latina. Essas espécies têm sido amplamente usadas em jardins e hortas, e também como fertilizante orgânico bioestimulante para culturas agrícolas ou ornamentais de alto valor (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

Espécies endógenas (vivendo no solo e consumindo matérias orgânicas do solo) para dinâmica das matérias orgânicas ainda está em debate, pois parece depender do tipo e da dinâmica do número de bezoares (agregados) produzidos. Nos bezoares, a mineralização que começa no intestino pode persistir por um curto período de tempo, mas a atividade química e biológica tende a diminuir à medida que se estabiliza e seca. A longo prazo, a ação das minhocas (especialmente as endógenas) pode até ajudar para a proteção de matérias orgânicas em coprólitos compactados, onde a atividade microbiana fica restrita (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

Uma das poucas espécies endógenas da América Latina cujos efeitos sobre diferentes parâmetros e processos do solo são bem conhecidos é esta espécie nativa *Pontoscolex corethrurus*. prever corretamente os papéis e importância relativa de diferentes espécies de minhocas (nativas e/ou introduzidas) na decomposição e/ou estabilização da matéria orgânica, é necessário estudar as comunidades de minhocas e as atividades de campo em diferentes agroecossistemas, e florestas naturais, e cultivar essas espécies em condições controladas, analisar paralelepípedo produzido. Para isso, vários espectros e características morfológicas parecem ser particularmente úteis (VELÁZQUEZ, 2007; MILLORI, 2006).

Normalmente, os agricultores consideram as minhocas (ou mesmo espécies exóticas ou peregrino) como organismos importantes para a manutenção do solo. Muitos estão associados à alta população "Bom solo" para minhocas. Até mesmo o nome "Clube da Minhoca" (Associação dos Produtores de Plantio Direto - uso PD) nos Campos Gerais, Paraná, inspirado por este fato. O aumento da população e da atividade do número de minhocas geralmente está relacionado à melhoria da fertilidade do solo e da produtividade e sustentabilidade alimentar e agrícola (PEIXOTO; MAROCHI 1996), embora existam poucos dados que sustentem esse fenômeno em nível de campo.

A atividade das minhocas afeta direta ou indiretamente o crescimento das plantas (BROWN. 2004), mas apenas algumas espécies de minhocas e plantas são avaliadas até o momento, poucos estudos foram realizados na América Latina. Em geral, o efeito das minhocas é positivo, aumentando a produtividade das plantas (BROWN. 1999, SCHEU 2003), alterando as propriedades físico-químicas do solo, crescimento das raízes, atividade de parasitas de plantas, populações de microrganismos patogênicos e benéficos, produção de hormônios vegetais, germinação e distribuição de sementes (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

Portanto, na maioria dos casos, pode ser interessante buscar aumentar sua população, beneficiando a fertilidade do solo, bem como a sustentabilidade agrícola e ambiental. Apesar disso, mais coleta de dados e correlação de propriedades biológicas ainda são necessárias e outros parâmetros físico-químicos importantes na descrição e identificação do solo fértil e produtivo. Para aproveitar melhor os benefícios através do impacto das minhocas na produtividade agrícola e florestal, também é necessário compreender e promover a sua população, atividades e

impacto positivo no solo. No entanto, há apenas uma pequena quantidade de trabalho científico indo nessa direção até hoje, na América Latina (BROWN; FRAGOSO, 2007).

Embora os efeitos benéficos das minhocas nas plantas sejam principais, em alguns casos as minhocas podem se comportar como pragas, danos às lavouras. Esse fenômeno tem sido observado, principalmente em Cultivos de arroz nas Filipinas e na Austrália, e empiricamente, no Brasil (BARRIGOSI. 2009) os danos são geralmente associados a minhocas no arroz irrigado, cuja atividade de bioturbação do solo enfraquece o sistema radicular, fazendo com que as plantas caiam e sejam difíceis de colher. Alguns relatos de agricultores e técnicos confirmam que esse fenômeno está acontecendo o tempo todo em algumas partes do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. Pesticidas (carbamatos) são usados para eliminá-los das lavouras (BARTZ. 2009). Rendimentos de grãos reduzidos em campos de alto rendimento, segundo produtores populações de minhocas podem chegar a 15% em comparação com campos de baixo nível multidões. Esta prática de manejo está causando um aumento nas populações de minhocas e, portanto, esses efeitos negativos. Entretanto, esse fenômeno ainda não foi bem estudado e a literatura sobre o assunto é controversa em nível internacional. Alguns autores afirmam que as minhocas não fazem mal, enquanto outros afirmam que sim. Claramente, esses fenômenos devem ser mais estudados para provar que as espécies envolvidas, sua população, danos causados e possíveis métodos de controle conduta (com impacto negativo mínimo no meio ambiente) (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

5.2.4 Oligochaeta como indicadores de contaminação do solo

As espécies de minhocas, assim como outras, desempenham um papel com extrema importância e eficiência como bioindicadores de contaminação do solo, já que são bastante sensíveis a inúmeros poluentes que agredem o solo, como agrotóxicos, metais provenientes de mineração e derivados de petróleo (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

A sensibilidade das minhocas ao serem expostas a agressões ao solo é um fato que ajuda a obter respostas relevantes nos estudos, já que mesmo em

concentrações baixas esses agentes agressores exercem efeitos sobre elas (PAOLETTI, 1999).

Um teste realizado com a espécie *Aporrectodea caliginosa* em 1992 por Springett e Gray, mostrou que mesmo em doses baixas de diferentes agrotóxicos, foram o suficiente para agir sobre a taxa de crescimento da *Aporrectodea caliginosa* (SPRINGETT; GRAY, 1992).

Áreas de esgoto de tratamento da água de fábricas de papel, no substrato desse ambiente o número de *E. fetidas* aumentaram com um período de 18 semanas, porém logo após 9 semanas a mais elas perderam a capacidade reprodutiva (Benitez. 1999). Logo Lock e Janssen (2002) pesquisadores constataram que o bioacumulo de níquel era perceptível nos corpos da *E. fetida* e na *Eisenia veneta* (LOCK; JANSSEN, 2002).

Por serem tão sensíveis a maior parte dos compostos que entram em contato com o solo são excelentes métodos para a avaliação de contaminação, assim oferecendo uma ampla gama de opções de estudo, principalmente da espécie *E. andrei* que pode ser afetada por inúmeras contaminação ambiental tanto por agrotóxicos, como por metais, derivados do petróleo, antibióticos, produtos veterinários, e outros poluentes (SISINNO; LOUREIRO, 2005).

5.2.5 Oligochaeta como indicadores de perturbação ambiental

O uso de insumos externos é fundamental para manter a alta produtividade e fertilidade do solo intensamente cultivado. No entanto, esses insumos são usados indiscriminadamente (especialmente pesticidas) e podem afetar negativamente a biota do solo, incluindo minhocas (EDWARD & BOHLEN 1996). Existem produtos com efeitos diretos, enquanto outros sutis e indiretas nas populações de minhocas. Algumas minhocas podem evitar áreas contaminadas com substâncias estranhas exemplos incluem pesticidas, metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo (LOUREIRO, 2005), o que aparentemente impede seus efeitos benéficos sobre os solos, refletindo o funcionamento de todo o ecossistema.

Atualmente, na avaliação do potencial toxicológico de substâncias químicas os solos foram testados usando toxicidade aguda em testes de reprodução (efeitos crônicos) (OCDE 1984, ISO 11268-1 1993, ISO 11268-2 1998). Testes de exclusão ou a fuga, baseada nas respostas comportamentais das minhocas tem sido proposta

como um método alternativo para avaliar rapidamente solos contaminados, mesmo em baixas concentrações do produto (HUND-RINKE e WIECHERING, 2001). Ambos os testes podem ser usados para avaliar efeitos e possíveis riscos de contaminação do solo, porém geralmente envolve solo e condições artificiais à situação real do produto não pode ser totalmente refletida na aplicação em campo. Além disso, eles foram desenvolvidos para a espécie de teste padrão *E. fétida*, que vive em habitats ricos em matérias orgânicas, como resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal, em vez de viver em solos tropicais como espécies endógenas nativas. Porém muitos estudos latino-americanos foram realizados em outra espécie que foram classificadas incorretamente como *E. fétida* por serem espécies externamente semelhantes (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

Embora *E. fétida* e *E. andrei* sejam consideradas menos relevantes para estudos toxicológicos por não representarem a fauna de minhocas em solos tropicais, estes têm sido amplamente utilizados uma vez que uma única espécie ainda não foi descoberta. Para isso, é necessário encontrar e criar espécies nativas em cativeiro (*P. corethrurus*) ou espécies exóticas (por exemplo, *Dichogaster* ou *Amyntas spp.*) comumente encontrado em solos manejados (agricultura e silvicultura) e se reproduz as condições do solo estão mais próximas das condições reais nos Neotrópicos. As avaliações usando a espécie nativa *P. corethrurus* em solos tropicais têm sido implementadas com sucesso e demonstrou potencial para uma aplicação mais ampla (GARCIA 2004). Estes testes requerem maior desenvolvimento e padronização para garantir maior relevância ecológica e agrônômica para estudos ecotoxicológicos (BROWN; DOMINGUEZ, 2010).

5.3 Líquens como bioindicadores de qualidade do ar

A poluição do ar é produzida por muitas fontes e o homem é o principal culpado de toda essa poluição, exceto erupções vulcânicas. Entre eles, a fumaça dos escapamentos da indústria, a fumaça das chaminés domésticas e dos lixões urbanos e os gases perigosos emitidos por centenas de milhares de veículos movidos a gasolina em uma pequena área são alguns dos resíduos da poluição que continuam sendo lançados no ar em proporções incríveis (KAI CURRYLINDAHL, 1972).

Dada a complexidade e o alto custo dos métodos físico-químicos tradicionais,

a qualidade do ar em áreas urbanas geralmente exibe concentrações indesejadas de poluentes, que podem ser minimizadas por meio do uso suplementar de monitoramento biológico se não houver sistemas de monitoramento abrangentes (CARNEIRO, 2004).

A pureza da atmosfera é um fator fundamental para a sobrevivência dos líquens, pois eles se alimentam de forma higroscópica, fixando os elementos nela presentes, principalmente o nitrogênio. Esses organismos absorvem e retêm elementos radioativos, íons metálicos e outros poluentes, tornando-os úteis como indicadores biológicos da poluição do ar (NIOEBOER, 1972).

Em muitas áreas urbanas com tráfego intenso de veículos motorizados, os líquens foram eliminados por gases tóxicos. Este é um efeito fatal imediato, mas outros efeitos podem ser mais sérios. Além disso, a poluição do ar não favorece o ciclo metabólico das plantas (KAI CURRYLINDAHL, 1972).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado representa um levantamento bibliográfico de um abrangente estudo sobre Bioindicadores como método de observação do impacto ambiental.

Com a diversidade dos bioindicadores, podemos avaliar vários setores do ambiente, como a qualidade do ar, da água e do solo, pelos organismos estarem intimamente ligados ao meio isso os torna uma ferramenta eficiente para mostrar o'que aflige aquele ambiente, tendo em vista que cada organismo habita seu devido local e se torna estável em conjunto com o meio, por esse motivo a menor alteração no meio refletirá na população desse indivíduo, seja por aumento ou diminuição da população, aparecimento ou desaparecimento.

Assim cada ambiente terá um conjunto organismos que expressam diferentes respostas quando o meio é afetado, assim exercendo o papel primordial para uma análise dos impactos no ambiente.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L.C.A. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. Rev. Bras. Epidemiol. v.6, supl. 1, 2003.

ANDRÉA, M.M. Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. Disponível em: http://www.infobibos.com.br/Artigos/2008_4/Bioindicadores/

ARAUJO, M.A.R. (2007) - Unidades de Conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial. Belo Horizonte, SEGRAC, 272 p.

ARAUJO, M. C. B., Santos, P. J., & Costa, M. F. (2006). Ideal width of transects for monitoring source-related categories of plastics on beaches.

<https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2013/10/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Marjorie-Cremonez-2017.pdf>

ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. Ciência, saúde coletiva, Rio de Janeiro, v.12, n.1, 61-72, 2007.

BAGLIANO, R.V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, vol.2, n.1 , 2012.

BARBOSA, B.C. Uso de Vespas Sociais (Vespidae: Polistinae) como Bioindicador de Qualidade Ambiental de Fragmento Urbano de Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Nelson de Azevedo Branco, 2013.

BORBA, L.S.A. Macroinvertebrados: Bioindicadores para avaliação de impactos ambientais e biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. Rio de Janeiro; 2020.

<http://www.uezo.rj.gov.br/tcc/cb/Larissa-Soares-de-Almeida-Borba.pdf>

BROWN, G.G.; DOMÍNGUEZ J. (2007) - Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: Brown, G.G. e Fragoso, C. (Ed.) - Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia. Londrina, Embrapa Soja, p. 297-381.

BROWN, G.G.; DOMÍNGUEZ J.; PASINI, A.; NUNES, D.H.; BENEDITO, N.P.; MARTINS, P.T. e SAUTTER, K.D. (2006) - Exotic, peregrine, and invasive earthworms in Brazil: diversity, distribution, and effects on soils and plants. *Caribbean Journal of Science*, 42, 3: 339-358.

BROWN, G.G. e DOMÍNGUEZ, J. (2010) - Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas – o 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETA03). *Acta Zoológica Mexicana*, 26, Número especial 2: 1-18

BROWN, G.G. e DOMÍNGUEZ, J. *Mexicana*, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira km. 111, C.P. 319, Colombo, PR, 83411-000, Brasil, v. 1, n. 2, p. 1-18, jan./2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/575/57515556001.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2022.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water quality programs. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, 2003.

CALLISTO M.; GONÇALVES J.R.; MORENO P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. *Invertebrados aquáticos como bioindicadores*, Academia.edu, ano 2003, n. 1, p. 1-13, 9 jan. 2003.

CARNEIRO, R. M. A. Bioindicadores vegetais na poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade. 2004.146p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

CURRY, J.P.; BYRNE, D.; e SCHMIT, O. (2002) - Intensive cultivation can drastically

reduces earthworm populations in arable land. *European Journal of Soil Biology*, 38, 2: 127-130.

CURRY-LINDAHL, K. *Ecologia: conservar para sobreviver*. São Paulo: Editora Cultrix, 1972. 389 p.

De PAULA, S.N.C. *Biomonitoramento como instrumento de detecção de contaminantes ambientais*. [Monografia] Curso de MBA em Planejamento e Gestão Ambiental Universidade Veiga de Almeida. Vitória, ES. 2010.

DOMÍNGUEZ, G. G. B. & J. USO DAS MINHOCAS COMO BIOINDICADORAS AMBIENTAIS: PRINCÍPIOS E PRÁTICAS-O 3º ENCONTRO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA E TAXONOMIA DE OLIGOQUETAS (ELAETA03). *Acta Zoológica*

FRAGOSO, C.; KANYONYO, J.; MORENO, A.; SENAPATI, B.K.; BLANCHART, E.; RODRÍGUEZ, C. (1999) - A survey of tropical earthworms: taxonomy, biogeography and environmental plasticity.

FRANCISCO. N. S.O; FRANCISCO C.O.F; ANTÔNIO R.L.A. *Bioindicadores de Impacto Ambiental em Sistemas Agrícolas Orgânicos*. EMBRAPA, Fortaleza, Ceará, 2004, <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/419412/1/Dc093.pdf>

FERNANDO V.T. et al. *A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores*. JNPA - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, São Paulo, 2009. https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/428233/1/aimportancia_mesoemacrofaunadosolo.pdf

GONZÁLES, G.; HUANG, C.Y.; ZOU, X.; RODRÍGUEZ, C. (2006) - Earthworm invasions in the tropics. *Biological Invasions*, 8, 6: 1247-1256.

GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. . *BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA COMO FERRAMENTA EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL*. *Revista da FAPAM* 2.1 , São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-10, out./2010. Disponível em:

https://www.academia.edu/download/38791003/bioindicadores_19.10.2010.pdf.

Acesso em: 8 jun. 2022.

HANASHIRO, F.T.T. et al. Experiências de uma atividade prática de campo na disciplina de biologia geral do curso de engenharia ambiental (ead). I Simpósio Internacional de Educação a Distância da UFSCAR. São Carlos; 2012.

LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. (Eds.) - Ear - thworm Management in Tropical Agroecosystems. Oxon, CAB International, p. 1-25.

LAVELLE, P.M. et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. Livro de serviços ambientais EMBRAPA. Brasília; 2015. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1024236/1/GeorgeBLivroServicosAmbientais.pdf>

LIMA, J.S. O biomonitoramento como ferramenta complementar na avaliação de impactos ambientais: Discutindo conceitos. EcoTerraBrasil, 2000. Disponível em: <http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=temas&tipo=temas&cd=92>

LOUZADA, J.N. C.; SANCHES, N.M.; SCHILINDWEIN, M.N. Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 72-77, 2000.

MATOS, L. Distribution of benthic macroinvertebrates in a tropical reservoir cascade, São Paulo, 2009. Mondal, P.;Southworth, J. Evaluation of conservation interventions using a cellular automata-Markov model. Elsevier, v. 260, n.10, p.1716-1725, 2010. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037811271000472X>. Cited: Nov. 25, 2019.

MCNEELY, J.A.; MOONEY, H.A.; NEVILLE, L.E.; SCHEI, P.J. e WAAGE, J.K. (2001) - A global strategy on invasive alien species. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, IUCN.

MERLIM, A. de O.; GUERRA, J.G.M.; JUNQUEIRA, R.M.; AQUINO, A.M.de (2005) - Soil macrofauna in covercrops of figs grown under organic manegement, *Scientia Agricola*, 62, 1: 57-61.

MOREIRA, M.C.S; MARIA, B.C; PEREIRA, A.P; SANSÃO, E.C; ZAIA, J.E. “Estratégias de Combate Ao Aedes Aegypti: Conscientização No Ambiente Escolar. | Revista ELO – Diálogos Em Extensão.” *Periodicos.ufv.br*, 8 July 2020, periodicos.ufv.br/elo/article/view/1318/3783. Accessed 21 Nov. 2022.

MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C.; SILVA, R. A.; XAVIER-FILHO, L. Liqueus: Bioindicadores ou biomonitores. *Portal Biomonitor*, out. 2005. Disponível em: <http://193.136.140.52/biomonitor/index.php?option=com%20content&task=view&id=9&Itemid=2%3E> Acesso em: 22 mai 2007.

ODUM, E.P. (2004) - *Fundamentos de Ecologia*. 7ª ed. Lis - boa, Fundação Calouste Gulbenkian, 928 p.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K.L. “Bioindicadores Como Avaliação de Impacto Ambiental / Bioindicators as Environmental Impact Assessment.” *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, vol. 2, no. 4, 18 Sept. 2019, pp. 1473–1493, js.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/3258/3128. Accessed 21 Nov. 2022.

RODRIGUES, W.C. *Insetos como indicadores de qualidade ambiental*. 2011. Disponível em: http://www.izma.org.br/newsite/index.php?option=com_content&view=article&id

ROSE, M.A.F., *Avaliação do impacto ambiental e a legislação brasileira*, Informe agropecuário. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Jan a Fev 2000.

SANTOS, I.G.A.; RODRIGUES, G.G. Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um riacho de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro. *Iheringia, Sér. Zool.* [online]. 2015

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist; ANTONIOLLI, Zaida Inês; STEFFEN, Ricardo Bemfica; JACQUES, Rodrigo Josemar Seminoti. Importância ecológica e ambiental das minhocas. *Importância ecológica e ambiental das minhocas, SCAP, ano 2019, v. 1, n. 1, p. 1-11, 3 jan. 2019.*

SZILAGYI, V.J., et al. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL de INDIVÍDUOS ADULTOS E JUVENIS de ESCORPIÕES TITYUS SERRULATUS E TITYUS BAHIENSIS (BUTHIDAE) EM AMBIENTE URBANO, CAMPINAS, SP. 20 Jan. 2007, <http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/pdf/1270.pdf>.

TAGLIAPIETRA, D.; SIGOVINI, M. . Benthic fauna: collection and identification of macrobenthic invertebrates. *Terre et Environnement*, 88: 253-261,2010

ZANANDREZ L.F.R. ESTUDO COMPARATIVO DO DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES EM ICT'S E DE PRODUTOS EM EMPRESAS: O CASO DE UMA TECNOLOGIA PARA O MONITORAMENTO DO *Aedes aegypti*. Belo Horizonte. 2020.