Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

BIOINDICADORES COMO AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

BIOINDICATORS AS ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Recebimento dos originais: 02/04/2019
Aceitação para publicação: 28/06/2019

Rosi Maria Prestes
Doutoranda em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ
Instituição: Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ
Endereço: Rua Primeiro de Maio, 710, Centro, Frederico Westephalen - RS
E-mail: prestes.rosi@yahoo.com.br

Kelin Luiza Vincenci
Bióloga pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Especialista em Perícia, Consultoria e Gestão Ambiental pela Unidade Central de Educação FAEM Faculdade - UCEFF – Itapiranga, Especialista em Conservação da Biodiversidade pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI
Endereço: Rua Lulu Ilgenfritz, 523, ap. 505, Bairro São Geraldo, Ijuí -RS
E-mail: kelin.luiza@hotmail.com

RESUMO

Os Bioindicadores de qualidade ambiental são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam os impactos ambientais em um ecossistema. Sua utilização permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição, principalmente as geradas pelo homem. Neste trabalho foram analisados 16 artigos científicos relacionados com “bioindicadores” e “qualidade ambiental”. Todos destacaram a variedade de espécies de seres vivos utilizados como bioindicadores nos diversos ecossistemas, dentre eles, macroinvertebrados bentônicos, macrofauna do solo, besouros, minhocas, musgos, líquens, anfíbios, insetos galhadores. E todos enfocam a capacidade dessas espécies de responderem as mudanças do ambiente. O trabalho permitiu verificar que, dentre os grupos de organismos citados, alguns são avaliados no ambiente terrestre e outros no ambiente aquático, sendo os insetos em geral, anfíbios e musgos utilizados em ambos os ambientes. Foi possível constatar também, que os principalmente fatores geradores do desequilíbrio ambiental é antropogênico como o desmatamento, uso de agrotóxicos, metais pesados e gases.

Palavras-chave: Bioindicadores, Qualidade ambiental, Impactos ambientais.

ABSTRACT

The environmental quality Bioindicators are species, groups of species or biological communities whose presence, amount and distribution indicate the environmental impacts on an ecosystem. Its use enables the integrated assessment of ecological effects caused by multiple sources of pollution, particularly those generated by man. In this study were analyzed 16 scientific articles related to "bio-indicators" and "environmental quality". All highlighted the variety of living species used as biological indicators in different ecosystems, including, benthic macroinvertebrates, soil macrofauna, beetles, worms, mosses,

lichens, amphibians, galling. And all focus on the ability of these species respond to changes in the environment. The work has shown that among the groups mentioned bodies, some are evaluated in the terrestrial environment and others in the aquatic environment, and insects in general, amphibians and mosses used in both environments. It was found also that the mainly factors causing environmental imbalance is anthropogenic such as deforestation, use of pesticides, heavy metals and gases.

Keywords: Bioindicators, Environmental Quality, Environmental impacts.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da influência das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Em todo o planeta, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido influência direta e indireta do homem, como por exemplo, contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático por agrotóxicos e introdução de espécies exóticas, resultando na diminuição da diversidade de hábitats e perda da biodiversidade natural do local, por ações como o desmatamento, pela caça e pesca predatória.

O aumento da população gerou uma pressão na produção de alimentos, pela necessidade de matéria prima na fabricação de produtos. Isso implicou muito na degradação do meio ambiente. Todo desenvolvimento deixa alguns vestígios, nesse caso não foi diferente, o sistema produtivo retira recursos naturais e devolve para o meio ambiente apenas rejeitos, efluentes, além da degradação dos ecossistemas.

Ao longo deste processo tem-se o progresso dos centros urbanos, às custas de degradação ambiental, diminuição da oferta de recursos naturais, gerando crise energética, diminuição da produção de bens, e a crise econômica (Almeida et al., 1993). Além disso, temos ainda que considerar que em áreas com grande concentração da parcela miserável da sociedade, tem-se uma pressão ainda maior sobre os recursos naturais, decorrentes da total desinformação e falta de recursos, aliada às péssimas condições de vida. Como resultado, observa-se que em áreas onde se concentram as moradias de menor nível social e econômico (p.ex. favelas), os ecossistemas aquáticos transformam-se em grandes corredores de esgoto a céu aberto, muitas vezes sendo também local de despejo de lixo, com enorme potencial de veiculação de inúmeras doenças. (GOULART& CALLISTO, 2003).

A degradação ambiental em escala mundial teve seu incremento quando as populações humanas aumentaram suas atividades de caça, pecuária, desmatamento, agricultura, etc. Com a revolução industrial, a quantidade e variedade de resíduos industriais lançados no meio ambiente passaram a ser cada vez maiores (Tommasi, 1994). As mudanças climáticas, poluição de corpos de água e redução de florestas passaram a ter influência direta na vida humana, o que fez crescer a importância da temática ambiental no planejamento dos setores público e privado. Como exemplo, tem-se a Eco 92, reunião com a presença de 156 países que criou a agenda 21, que tem como uma de suas ações a implementação de

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

medidas nacionais e internacionais, com o propósito de alcançar a conservação da diversidade biológica, por meio do uso sustentável de seus componentes (GROSS et. al., 2005).

Com o aumento contínuo da degradação ambiental, aumentou também a busca por métodos de avaliação dessa degradação. Técnicas e estudos com seres vivos que possuíssem a capacidade de diferenciar as oscilações do ambiente em um determinado tempo. Os seres bioindicadores estão nos mais variados níveis de organização biológica que fornecem informações complementares, necessárias para a análise de risco ecológico do ecossistema.

Este trabalho tem como foco analisar e discutir as atividades antropogênicas que poluem o meio ambiente e como utilizar os bioindicadores para analisar essas alterações. E diante desses problemas ambientais, o foco são os impactos gerados e a perda da qualidade ambiental ao longo do tempo. Para alcançar esses objetivos, torna-se necessário o conhecimento da saúde do ecossistema e como os seres existentes dentro dela reagem a essas mudanças.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A contaminação ambiental causada pelo uso crescente de agrotóxicos, despejo de dejetos sem tratamento e as fontes emissoras de poluentes tem gerado preocupações quanto ao lançamento inadequado desses compostos no ambiente. A contaminação do ambiente pode ser nociva aos organismos vivos e seus resíduos podem se tornar um risco para todo o ecossistema. Os organismos bioindicadores, apesar de não morrerem por alterações do ambiente, respondem a elas por meio de reações comportamentais ou metabólicas mensuráveis, que indicam e refletem alguma mudança no ambiente onde eles vivem. Um indicador é definido como um índice ou uma medida final para avaliar a saúde de um sistema, seja ele econômico, físico ou biológico, e bioindicador é como a biota ou o componente biótico de um ecossistema que é utilizado como indicador da qualidade do ambiente. (ANDRÉA, M.M., 2000).

Um indicador é uma característica do ambiente que, quando medida, quantifica a magnitude do estresse, características do habitat, grau de exposição ao agente estressor, ou ainda, o grau de resposta ecológica à exposição.

Segundo Lima (2000) a maioria dos trabalhos com bioindicadores em ambientes terrestre são realizados com espécies vegetais, por serem sensíveis as perturbações, as quais provocam algum tipo de reação no organismo. Já as espécies da fauna, são mais utilizadas como bioindicadores da qualidade de ecossistemas aquáticos. Não deixando de serem utilizadas como bons bioindicadores terrestre como os invertebrados.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Alguns autores citados por Winket al. (2005), desenvolveram estudos sobre espécies da fauna como bons indicadores, entre eles estão a fauna do solo e da serapilheira. A alta diversidade de espécies e a capacidade de reprodução, torna essas espécies excelentes bioindicadoras de qualidade ambiental. Dentre os invertebrados a classe dos insetos é a que possui mais diversidade e são considerados como organismos benéficos na sustentabilidade ecológica.

3 OBJETIVO GERAL

Entender a atuação e identificar os principais tipos de seres vivos biondicadores utilizados nos dias de hoje para análise da poluição dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir os impactos ambientais gerados a partir das atividades antropogênicas e industriais.

- Descrever os tipos de bioindicadores e suas características como indicadores de poluição ambiental.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Gestão Ambiental

O consumo cada fez mais limitados de recursos finitos geram uma séria de impactos negativos para o ambiente. Apesar desses impactos serem causados desde a existência do homem, a preocupação com os recursos naturais só começou a ganhar espaço no cenário mundial na década de 1970. No Brasil, apenas uma década depois em 1980, que se começou o planejamento de técnicas de conservação e a gestão dos ecossistemas, com a criação da Política Nacional de Meio Ambiente.

A preocupação com o meio ambiente se dá na medida em que ele se torna um problema para os humanos (Barbieri, 2011). Segundo a Secretaria do Meio Ambiente (2011) a gestão ambiental, é entendida como um processo contínuo de preservação, manutenção e utilização dos recursos naturais. Para que isto ocorra, a política ambiental deve se aprimorar, criando instrumentos e ferramentas para a adequada prática da Gestão Ambiental. Sua aplicação pode ocorrer no dia a dia das pessoas, nas empresas que de alguma forma utilizem matéria-prima direto do meio.

A conscientização sobre a importância da Gestão Ambiental foi ocorrendo aos poucos, começando a ser desenvolvidas em países como os Estados unidos, Japão, Canadá na década de 60. Países desenvolvidos começaram a perceber a decadência dos recursos naturais e a degradação ambiental

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

causada, principalmente pela indústria. A partir disso o foco na questão ambiental mundial ficou mais expressiva e exigentes na maneira de como os recursos são utilizados.

A Constituição Federal brasileira estabelece que "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado", sendo este o primeiro de todos os princípios que regem a política ambiental no Brasil. O segundo e o terceiro princípio é a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental, já os demais princípios derivam dos três primeiros e são estabelecidos na Lei Federal 6.938⁄81, em seu Artigo 2º, como segue:

Art. 2º. A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao
Desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:
I - Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
II - Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
III - Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
IV - Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
V - Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
VI - Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
VII - Acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
VIII - Recuperação de áreas degradadas;
IX - Proteção de áreas ameaçadas de degradação;
X - Educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Esta mesma lei que, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente trouxe uma definição ampla sobre o meio ambiente em seu artigo 3º, inciso I, que define o meio ambiente como "um conjunto de condições, leis, influências e integrações de ordem física, química e biológica, que permite, obriga e rege a vida em todas as suas formas". O meio ambiente é um bem comum a todos, sem diretos privados sobre seus recursos naturais.

As empresas hoje, são as grandes responsáveis pelas alterações feitas no ambiente, pois elas utilizam os recursos naturais para a produção dos bens de consumo, prejudicando principalmente a natureza. Desde a Revolução industrial que ocorreu no século XIX, que as empresas vem ocasionando problemas ambientais. Mas também, não apenas as empresas que causam a degradação do meio

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

ambiente, o desmatamento e as queimadas feitas por grandes latifundiários, a poluição dos rios com esgotos de atividades particulares também agregam grande parte da destruição dos bens naturais.

Segundo Dias (2006) ‘’quando se explora o meio ambiente, que é um bem comum, buscando o benefício privado, podem ser causados impactos ambientais que afetam negativamente o bem-estar de outras pessoas que não tem relação com quem os gera’’. É responsabilidade das empresas e pessoas físicas, conciliar seu crescimento econômico com a preservação do meio ambiente, usando de políticas adequadas para retiradas dos bens naturais e compensação dessa degradação para o meio ambiente e que qualquer ato ou ação que seja contraditório é ilegal.

Segundo Montardo (2002), os instrumentos de gestão ambiental de empreendimentos sejam eles públicos ou privados são:

- Avaliação de impacto ambiental;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Monitoramento ambiental;
- Auditoria ambiental;
- Análise de riscos ambientais;
- Investigação do passivo ambiental;
- Seguro ambiental;
- Sistema de gestão ambiental;

A gestão pública dá ênfase aos instrumentos que levam à proteção e controle ambiental, enquanto a gestão privada privilegia o planejamento e melhoria contínua, a partir de uma situação atual.

4.2 Impacto ambiental

Segundo Bezerra, (1996), a preocupação da sociedade com a escassez de recursos naturais tem sido sucessivamente reiterada e superada ao longo da história, pela descoberta das Américas, pela abertura de novos caminhos para as Índias, e pelo desenvolvimento tecnológico que propiciou ganhos de produtividade agro-pastoril e do trabalho humano. De modo recente, a preocupação com a escassez dos recursos naturais valorizou a proteção desses bens dando nova dimensão à questão ambiental.

O conceito de impacto ambiental, segundo a Resolução CONAMA 1/86, é "... qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente ...” Mas, esse conceito é muito amplo: pode abranger desde uma simples brisa até a explosão de uma bomba atômica, pois ambas alteram as propriedades do ar. É preciso graduar ou qualificar o impacto ambiental. Segundo Murguel Branco (1984) que conceitua impacto ambiental como “... uma poderosa influência exercida sobre o

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

meio ambiente, provocando o desequilíbrio do ecossistema natural." O que caracteriza o impacto ambiental, não é qualquer alteração nas propriedades do ambiente, mas as alterações que provoquem o desequilíbrio das relações constitutivas do ambiente, tais como as alterações que excedam a capacidade de absorção do ambiente considerado.

Conforme a Resolução do Conama nº001⁄1986, citada acima, considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, resolve:

Art. 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

E todas as atividades que afetarem diretamente esses recursos citados acima, necessitará de estudos de impacto ilustrando novas tecnologias e metodologias aplicadas ao controle e minimização do impacto causado, carecendo, de uma metodologia eficaz.

De maneira geral as razões de estudos ecológicos sobre o estresse e adaptação de espécies se dão em decorrência das alterações humanas, pelas intensas explorações dos recursos naturais e da degradação do meio ambiente (Ricklefs, 2009). O impacto ambiental e as ações antrópicas desde a Revolução Industrial vem modificando e destruindo cadeias ecológicas, trazendo inúmeros prejuízos a natureza, carecendo de informações e ferramentas de biomonitoramento para análises ambientais, sendo a utilização de bioindicadores essencial para a avaliação de estudos de impacto ambiental.

A degradação ambiental ocorre, sobretudo, por motivação econômica (Motta; 2006). As florestas são desmatadas para que produzam lucros com a venda de madeiras, jazidas são abertas a fim de extrair minerais, indústrias petroquímicas exploram o petróleo para serviços industriais sendo estes fatores altamente poluentes. Hoje a ciência e os meios de comunicação debatem abertamente os efeitos da poluição no planeta e suas consequências.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

As leis ambientais foram criadas para amenizar os efeitos dos impactos ambientais causados pelo homem no ambiente, mas, por outro lado, todos os atos envolvendo a exploração dos recursos naturais são apenas para suavizar suas consequências, atualmente as tecnologias aplicadas são apenas para minimizar os efeitos, não os eliminando totalmente, apenas os atenuando. Toda e qualquer ação relacionada à exploração dos bens naturais causa impactos, podendo ser possíveis ou não, algumas consequências imediatas são facilmente observadas pelos resíduos gerados. Para Ricklfefs (2009), as variações mínimas na temperatura, na precipitação, incidência solar, acidez do solo ou poluição da atmosfera, são fatores determinantes para a estabilidades dos organismos, quaisquer modificações podem acarretar mudanças fisiológicas, morfológicas, adaptativas ou até mesmo extinguir espécies sensíveis por pequenas variações físico-químicas do ambiente. Esses organismos são altamente sensíveis a poluentes, a toxinas e a perturbações do meio, podendo servir como alertas de desequilíbrio ambiental. Assim, entendemos o impacto ambiental como qualquer alteração produzida pelo homem e suas atividades, nas relações constitutivas do ambiente, que excedam a capacidade de absorção desse ambiente.

4.3.1Qualidade ambiental

Segundo o a resolução 306⁄2002 do CONAMA, " Meio ambiente é o conjunto de condições, leis e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas".

A qualidade ambiental pode estar ou não ligada á qualidade de vida. Muitas vezes a qualidade de determinado ambiente físico pode ser considerada boa, atendendo aos padrões e normas estabelecidos, porém os elementos de ordem social pode ser negativo a um grupo de pessoas inserido nesse ambiente. Os termos qualidade ambiental e qualidade de vida, são termos difíceis de serem definidos segundo alguns autores. Para Tuan (1978), poucas expressões de nosso uso corrente são de tão difícil definição como qualidade do meio ambiente e qualidade de vida. O autor salienta que, a vida está ligada de forma irrefutável ao seu meio nutridor, das condições físicas, químicas e biológicas que a mantém. Do mesmo modo, Burton (1968) afirma que, qualidade ambiental não deve ser restrita apenas á natureza ou ecossistema, pois engloba elementos da atividade humana com reflexos diretos na vida do homem.

A qualidade ambiental e de vida está diretamente ligada, pois o ser humano considera uma boa qualidade de vida tendo um ambiente de qualidade para se viver. Segundo diz Oliveira (1983) que retrata a dificuldade em se estabelecer uma definição, e esta reside no fato de que a qualidade do meio ambiente esta intimamente ligada à qualidade de vida, sendo que a vida e o meio ambiente são inseparáveis e essa

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

interação profunda e contínua deve estar sempre e equilíbrio. E esse equilíbrio pode ser em escala de tempo e lugar, podendo ser frágil , intenso, duradouro ou efêmero.

A qualidade ambiental e de vida já se inserem interligadas na Constituição Federal, onde o artigo 225, "...assegura que todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado sendo um bem de uso comum ao povo e essencial à sadia qualidade de vida". Impondo desse modo ao poder publico e a coletividade o dever de preserva-lo. Entretanto até meados do século XIX, a compreensão das relações estabelecidas entre o homem e a natureza estava ligada ao processo de produção capitalista, ou seja, a natureza servia única e exclusivamente como fonte ilimitada de recursos naturais á disposição do homem. Desse modo, Bernardes e Ferreira (2003) ressaltam que, a questão ambiental só emergiu após a segunda guerra mundial. Pela primeira vez a humanidade percebeu que os recursos naturais são finitos e que seu uso incorreto pode representar o fim de sua própria existência.

Mas contudo, o desequilíbrio ambiental não provém apenas do uso inadequado dos recursos naturais, mas de um conjunto de fatores, incluindo o capitalismo a urbanização a industrialização. E o uso desordenado desses recursos, vem sendo observado e avaliado pelo mundo inteiro, a partir das modificações ocorridas no meio ambiente. Como afirma Guimarães (2003), as questões ambientais vem ganhando peso nas preocupações mundiais, às relações entre o modelo de desenvolvimento e a sociedade contemporânea e o meio ambiente vem sendo profundamente questionadas.

Portando, o conceito de qualidade ambiental está constantemente relacionada á qualidade de vida, seja ela atrelada ao meio urbano ou rural. Pois o homem está intimamente ligado aos dois conceitos, e são suas ações que limitam esses resultados. Como já citado acima por vários autores, a ação antrópica é uma das principais geradoras do desequilíbrio ambiental. O uso de agrotóxicos, desmatamento, queimadas não controladas, efluentes não tratados, mineração, são estas apenas algumas das ações inadequadas que o homem comete e refletem intensamente sobre a qualidade ambiental. Para tentar amenizar e entender essas perturbações, os bioindicadores são uma importante ferramenta de estudo e análise da qualidade ambiental dos diferentes ecossistemas.

4.3.2 Bioindicadores ambientais

Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema (Callisto& Gonçalves, 2002). Sua utilização permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição. De acordo com Busset al. (2003), o primeiro passo para a resolução de problemas ambientais, por meio da gestão dos recursos naturais, é o desenvolvimento de métodos

confiáveis na avaliação desses problemas e um dos métodos mais eficazes para avaliar esse aspecto tem sido a utilização de indicadores biológicos.

Como afirma McGeoch (1998), bioindicadores são os mais utilizados para demonstrar os efeitos das mudanças ambientais (como alterações no hábitat, fragmentação e mudanças climáticas) no sistema biótico, às vezes funcionando, mesmo como um medidor do estado do ambiente. Estudos com bioindicadores servem em geral para dois propósitos: mostram se determinada perturbação tem ou não um impacto biótico, e fornecem informações críticas para a conservação do táxon ou grupo indicador, principalmente quando se sabe que a espécie é rara ou ameaçada. (BUTTERFIELD, et. al., 1995)

Segundo Andréa, M.M., (2000) o termo bioindicador tem sido usado para identificar respostas biológicas que indicam a exposição ou os efeitos de poluentes em organismos, populações, comunidades e ecossistema. Essas respostas biológicas referem-se, portanto, a respostas expressas desde os níveis biomoleculares-bioquímicos até o nível de comunidade.

Muitos grupos animais ou espécies têm sido propostos como indicadores da qualidade ambiental. Autores, geralmente, defendem o uso de um dado táxon como um indicador oferecendo uma lista de várias características (como, por exemplo, comportamento de especialista, sensibilidade à mudanças de habitat, ampla distribuição). Para utilizar bioindicadores é necessária a obtenção de informações científicas. Especificamente, é necessário saber quais são as comunidades biológicas que devem ser monitoradas em um determinado ecossistema, as vantagens em se empregar indicadores biológicos, em relação aos métodos convencionais (análises físicas e químicas), são a rapidez e eficácia na obtenção de resultados, baixo custo, maior suscetibilidade a uma grande variedade de estressores e avaliação da função de um ecossistema e monitoramento ambiental em grande escala. (QUEIROZ et al., 2000)

É importante esclarecer que não existem espécies ou técnicas universais, as quais podem ser usadas a qualquer momento em qualquer situação para fornecer um real diagnóstico do ambiente. McGoech (1998) ressalta que a seleção de potenciais táxons ou grupos indicadores deve observar critérios como aptidão, identificação de relações entre os indicadores e as variáveis ambientais, sobretudo, o desenvolvimento e teste de hipóteses. Indicadores devem apresentar quatro características básicas: viabilidade custo efetivo para amostragem, fácil e confiável identificação, funcionalidade e responder aos distúrbios de maneira consistente.

Autores citam os bioindicadores mais utilizados em determinadas áreas e suas principais características, nas quais os fazem entrar na lista de seres bioindicadores.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Para Lijteroff; Lima; Prieri (2008) entre as mais conhecidas espécimes de indicadores temos: as plantas vasculares, as briófitas, as algas, os invertebrados e os vertebrados. Muitos bioindicadores são estudados pela sua interação com o ambiente e pela facilidade de observação, um bioindicador comumente estudado é o líquen que cresce em rochas e troncos de árvores absorvendo minerais encontrados dissolvidos junto com a água sendo bastante suscetível aos efeitos atmosféricos (Lijteroff; Lima; Prieri, 2008). Outro grupo bastante estudado como indicadores são os vegetais, pois são amplamente encontrados no globo terrestre ocupando quase todo território terrestre. (Piratelli, Souza, et. al. 2001). Algumas plantas muitas vezes fazem associação com outros organismos bastante exigente com o ambiente, possibilitando colonização de solos restritivos por melhorias físicas químicas dos solos e da qualidade do ar (ANDRADE, TAVARES, MAHLER, 2007.).

Já para Andréa M.M, (2000) no ambiente aquático marinho, muitos estudos apontam a utilidade de bivalves para estudos de biomonitoramento porque eles são sedentários, refletem condições específicas do lugar e são filtradores, além de serem naturalmente adaptados a ambientes dinâmicos como os costões e os estuários. Mariscos e mexilhões, como bivalves filtradores, são particularmente vulneráveis aos efeitos de sólidos em suspensão e têm sido usados como bioindicadores de depósitos sobre o substrato também refletem a contaminação respectivamente das colunas d'água e do sedimento.

5 METODOLOGIA

A metodologia empregada consistiu na pesquisa bibliográfica e descritiva. A pesquisa bibliográfica segundo Gil (2008) é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Análise de Conteúdo, Análise de Discurso e Análise Textual Discursiva são metodologias que se encontram num único domínio, a análise textual; mesmo que possam ser examinadas a partir de um eixo comum de características, também apresentam diferenças, sendo estas geralmente mais em grau ou intensidade de suas características do que em qualidade. (MORAES E GALIAZZI, 2014)

Para Gil (2008) a pesquisa descritiva tem a função de descrever as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Pesquisas qualitativas têm se utilizado cada vez mais de análises textuais. Seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas, observações e dados. A pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação. Não pretende testar hipóteses para comprová-las

ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados. (MORAES E GALIAZZI, 2014).

Foram avaliados neste trabalho 16 artigos científicos retirando de sites como: Scielo, Google acadêmico, revistas e da BDTD-Ibict (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia) com a temática pesquisada. Para a seleção das fontes, foram considerados como critérios as bibliografias que abordassem a temática bioindicadores de qualidade ambiental, focando principalmente nos tipos de bioindicadores utilizados em cada artigo. Foram excluídos aqueles que não abordassem a temática e também os repetitivos.

Na etapa seguinte, foi realizada uma leitura em todos os artigos, com finalidade de analisar os dados presentes em cada um, de forma que estas possibilitassem a obtenção das repostas ao tema de pesquisa.

6 ANÁLISE DE DADOS

Os impactos ambientais são exclusivamente ocasionados por confrontos diretos ou indiretos entre o homem e a natureza. A busca por maior domínio, maior produtividade, causam no final das contas, danos irreparáveis ao meio ambiente. Exemplo bem conhecidos de impactos ambientais são: as queimadas, o desmatamento, a poluição das águas. Um dos fatores mais preocupantes é o que diz respeito aos recursos hídricos. Problemas como a escassez e o uso indiscriminado da água estão sendo considerados entre as questões mais graves do século atual. Para Mendonça (1994) a degradação do ambiente, e a queda da qualidade de vida se acentua onde o homem se aglomera nos centros urbano-industriais. A urbanização acentuou todas as formas de impactos ambientais, o consumismo exagerado, não permite à natureza absorver tudo que lhe é retirado, a poluição dos cursos hídricos nas áreas urbanas são esgotos ao ar livre, grande causador de doenças.

Somando todos esses problemas, se percebe a necessidade de vários fatores caminharem juntos, como a gestão dos resíduos sólidos, a gestão ambiental, o licenciamento o saneamento básico. Pois a qualidade ambiental engloba principalmente o uso consciente dos recursos naturais.

E para tentar quantificar esses danos à natureza ao longo do tempo, o uso de organismos vivos como indicador de qualidade ambiental, é considerado por Oliveira; Matos e Gonçalves (2001) como uma excelente estratégia para o monitoramento ambiental e, segundo Winket al. (2005), trata-se de uma importante ferramenta que pode ser utilizada no monitoramento de degradação ambiental.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Eles podem ser classificados de acordo com sua sensibilidade e resposta ao ambiente. Segundo Mcgeoch (1998) os bioindicadores podem ser divididos em: *Indicadores ambientais* que são espécies ou grupos de espécies que respondem de forma previsível às perturbações ambientais; *Indicadores Ecológicos* que são espécies ou grupos de espécies consideradas sensíveis a alteração como perturbação e fragmentação dos habitats, mudanças climáticas, poluição entre outros fatores que geram degradação da biodiversidade; e *Indicadores de Biodiversidade* que são espécies guildas, ou grupos selecionados de espécies que refletem índices de diversidade a outras espécies presentes no habitat.

Os bioindicadores são utilizados tanto em ambientes aquáticos, quanto terrestres, sendo alguns grupos de seres vivos, utilizados nos dois ambientes. Estudos usam bioindicadores para avaliar a qualidade de água, poluição atmosférica e também a qualidade do solo de determinado local. Alguns seres vivos apresentam rápida mudança aos impactos ambientais, principalmente animais, seres mais sensíveis á mudanças climáticas e degradação do habitat, alterando seu ciclo reprodutivo, sua procura por alimento e consequentemente na diminuição da biodiversidade. Já outros organismos são extremamente resistentes, conseguindo viver por muitas horas em ambientes completamente degradados, em condições anóxia (sem oxigênio).

A diversidade de seres vivos utilizados como indicadores ambientais é muito ampla, sendo desde o grupo dos macroinvertebrados até o grupo dos anfíbios. No grupo dos macroinvertebrados, os bentônicos são ótimos bioindicadores de qualidade de água. Segundo Goulart & Callisto (2003) os principais organismos comumente utilizados na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos são os macroinvertebrados bentônicos, peixes e comunidade perifítica. Dentre estes grupos, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos têm sido frequentemente utilizadas na avaliação de impactos ambientais. Pois segundo os autores são organismos que habitam o fundo dos ecossistemas aquáticos parte do seu ciclo de vida. A distribuição e diversidade de macroinvertebrados são diretamente influenciadas pelo tipo de substrato, quantidade e tipo de detritos orgânicos, presença e extensão de mata ciliar, e indiretamente afetados por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças na produtividade primária. (GALDEAN et al., 2000).

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens e represas, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (Goulart & Callisto, 2003). Em relação ao

nível de organização dos macroinvertebrados bentônicos citado no artigos como bioindicadores da qualidade da água, os principais grupos são os insetos aquáticos da ordem Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Heteroptera, Odonata e Coleoptera, algumas espécies de gastrópodes e a classe Oligochaeta.

Já outros estudos pesquisados apontam a macrofauna terrestre (que inclui organismos visíveis a olho nu como insetos, minhocas, aranhas, entre outros) como bioindicadora de qualidade ambiental, principalmente do solo. Para a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2009) a macrofauna do solo desenvolve funções detritívoras e predatórias nas teias tróficas de detritos da serapilheira e do interior do solo. Essas funções ecológicas podem ser associadas a diversos processos como a ciclagem de nutrientes, o revolvimento do solo, a incorporação de matéria orgânica e o controle biológico de pragas do solo .a abundância e a diversidade da macrofauna do solo dos ecossistemas naturais e dos agrossistemas podem ser afetadas por vários fatores edáficos (tipos de solo, umidade, matéria orgânica).

Assim as intervenções antrópicas em sistemas naturais podem afetar a dinâmica dessas comunidades animais se, por consequência, as funções ecológicas nas quais estão envolvidas. Por serem seres sensíveis e reagirem rapidamente a mudanças induzidas pelo ser humano e ações naturais ao solo e à sua cobertura vegetal, as populações e a diversidade dessa fauna podem ser usadas como bioindicadores do uso do solo ou da sua fertilidade, dando uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por forças biótica, abiótias e antrópicas ao longo do tempo. Os distúrbios alteram a distribuição da macrofauna do solo à medida que alteram a disponibilidade de recurso alimentar, modificando as interações ecológicas. As alterações no meio ambiente (por exemplo, espécies que vivem na serapilheira) desaparecem com o desmatamento ou com maior perturbação dos solos como o uso de arado e pesticidas (Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2009). A macrofauna realiza funções essenciais no ciclo da matéria e também é pioneira em ocupar lugares degradados pelo homem, principalmente preparando o solo.

Já dentre o grupo dos macroinvertebrados terrestres as formigas são animais muito citados quando se tratam de indicadores ecológicos do ambiente terrestre. A família Formicidae segundo Fowler; Schhilindweine Medeiros (1994) são candidatas ideais a bioindicadores por serem relativamente bem conhecidas e fazerem parte de um dos grupos de insetos sociais de ampla distribuição geográfica, com exceção apenas dos pólos e acima de 3000 metros de altitude.

As formigas são utilizadas como bioindicadoras, principalmente pela grande abundância e ubiquidade no habitat intacto e em áreas perturbadas, por sua diversidade, plasticidade comportamental, e sua importância ecológica e funcional em quase todos os níveis tróficos de um ecossistema (como predadoras detritívoras, mutualistas e herbívoras), pela facilidade com que são capturas e por sua sensibilidade a alteração do ambiente. (BRANDÃO, 1999).

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

A fauna de formigas como relatada acima tem extrema correlação entre o grau de preservação do ecossistema no qual se encontra, não só relacionado ao seu tipo de vegetação e alimentação, mas a preservação do ambiente, pois segundo Silvestre e Silva, (2001) por ocuparem nichos diversificados no ecossistema, podem ser classificadas em grupos funcionais e correlacionadas com fatores bióticos.

Outro grupo de animais estudado como bioindicadores, são os besouros, pois segundo Buzzi e Miyazaki (1999) constituindo o maior agrupamento de animais que se conhece, pois perfaz cerca de 23% de todos os animais conhecidos e 35% do total de insetos. E como insetos, assim como as formigas são severamente afetados pelas mudanças na paisagem. Os insetos em geral são responsáveis por inúmeros processos no ecossistema, a perda da abundância desse grupo pode ter efeitos em comunidades inteiras. Algumas famílias de Coleoptera possuem atributos desejáveis para serem incluídas como bioindicadores, pois são grupos que possuem boa parte das espécies com alta fidelidade ecológica, são altamente diversificados e facilmente coletáveis em grandes quantidades, e funcionalmente importantes nos ecossistemas. (BROWN, 1991).

Um artigo analisado relata a importância de um ambiente totalmente preservado para o grupo em geral, mas para algumas famílias específicas de besouros há uma exigência ainda maior na questão de modificação antrópica do ambiente, segundo Fernandes et al.; (2011) pode ser observada a sensibilidade das famílias Staphylinidae, e Silphidae em relação à composição florística, nível de serapilheira e luminosidade.

Além desses insetos mais comuns visivelmente, existe um grupo que também é estudado como um excelente bioindicador de qualidade ambiental, insetos galhadores são sésseis de fácil coleta e observações em campo. Além disso, as galhas que habitam vegetais em geral podem ser um bom indicador das condições ambientais, principalmente onde existe um mosaico de habitas definidos pelo estresse hídrico, térmico e até distúrbios antrópicos e utilizadas também para o monitoramento de áreas poluídas por metais pesados. (FERNANDES, 1987)

Outro bioindicador usado para estudo de qualidade ambiental são as minhocas. Elas estão diretamente ligadas ao solo e todo seu ciclo de vida está diretamente ligada á ele. São seres vivos de fácil coleta e visualização. Segundo Fragoso *et al.* (1999) dentre os organismos de solo, as minhocas compreendem de 40% a 90% da biomassa de macrofauna da maioria dos ecossistemas tropicais. Além de estar presente, as minhocas desemprenham papel fundamental na formação do solo, na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem dos nutrientes, no arejamento, porosidade que ajuda na infiltração e retenção de água no solo. Como realizam todos esses processos a maioria por ingestão, as minhocas a partir desse contato podem se intoxicar, morrer, ou sobreviver, incorporar e até bioacumular esses poluentes em seus tecidos (CURRY 2004).

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Portanto, o nicho ecológico e a importante posição trófica das minhocas, que se situam nos níveis mais baixos das teias alimentares terrestres, servindo de alimento para vários animais e estando vulnerável a contaminantes ao longo dessas teias, além do já acumulado sobre seus hábitos alimentares e habitats, fazem das minhocas excelentes bioindicadores de ecotoxicidade de substâncias químicas no solo. (PAOLETTI, 1999)

Estudos avaliados também citam as briófitas como excelentes bioindicadores, por serem vegetais de pequeno porte, possuírem uma ampla distribuição geográfica e também por serem pioneiros em áreas degradadas. Os musgos segundo Phillips (1980) constatou que as briófitas cumprem todos os critérios de bom indicador: fácil colheita, tolerância a elevadas concentrações de metal, fácil manipulação em laboratório, acumulação de quantidade de metal suficiente para uma análise, exibindo uma correlação simples entre a concentração de metal acumulado e a concentração no meio circundante. Os musgos são seres simples, não possuem sistema radicular e vivem em ambientes aquáticos e terrestres, qualquer poluente presente no ambiente é absorvido, facilitando seu estudo como indicador. Além disso diversas espécies de musgos têm sido utilizadas com sucesso como bioindicadores da contaminação por metais pesados em ecossistemas aquáticos. (TYLER, 1990)

Outro grupo de seres vivos, os líquens que são seres simbiontes, possuem uma alta capacidade de resposta a qualquer mudança ambiental, pois segundo Pilegaard, (1978) os líquens são utilizados especialmente para este propósito, de forma diferente dos vegetais superiores, pois não dependerem de um sistema radicular para absorver nutrientes, e por suas cutículas serem geralmente ausentes ou reduzidas. Por isso incorporam facilmente altos níveis de poluentes. Os líquens apresentam uma estrutura corporal simples, que lhes conferem uma rápida absorção dos gases e componentes do ar, alcançando rapidamente as células, os líquens são usados principalmente para estudos voltados á qualidade do ar. Para Eliasaro, (2010) a natureza dual da associação liquênica e sua sensibilidade a distúrbios ambientais, faz com que os liquens tenham um grande potencial como bioindicador. Se o delicado balanço entre os simbiontes é quebrado, isto pode levar a morte do indivíduo.

O último grupo encontrado e analisado foram os anuros, apesar de existirem poucos estudos, eles são considerados bons bioindicadores, pois conforme Broomhall, (2005), as características que tornam os anfíbios bons indicadores ambientais são, por exemplo: pele permeável, ovos sem casca, ciclo de vida com duas fases na maioria das espécies, sendo uma terrestre e a outra, aquática. Além disso, são importantes componentes de muitas comunidades ecológicas, sejam consumindo uma infinidade de insetos ou servindo de presas para outros animais. Assim, por causa de suas características ecológicas e fisiológicas, os efeitos acumulativos de agrotóxicos, a princípio, devem ser mais intensos.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Os bioindicadores em geral são estudados no seu habitat, analisando seu comportando ao longo do seu ciclo de vida. Mas havendo grupos que possuem ciclos de vida em ambientes terrestres e/ou aquáticos, podendo ser útil nos dois locais, conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 - Classificação dos bioindicadores no ambiente em que são avaliados

Bioindicador	Terrestre	Aquático
Macroinvertebrados bentônicos		X
Macrofauna do solo	X	
Formigas	X	
Besouros	X	
Insetos Galhadores	X	
Minhocas	X	
Líquens	X	
Musgos	X	X
Anuros	X	X

Fonte: Adaptado pelo autor.

Na tabela acima verificamos que, os musgos e anuros são grupos de seres vivos utilizados como bioindicadores nos dois ambientes. Os anuros possuem duas fases de desenvolvimento, uma aquática e uma terrestre, mas o seu uso como bioindicador é intensamente ligado á locais úmidos, principalmente ligados á córregos, lagoas e banhados. Já os musgos por serem encontrados tanto em locais úmidos com vegetação densa ou exposto em rochas. São geralmente seres pioneiros em locais degradados, por terem pequeno porte e ausência de vasos condutores, fácil localização e estudo.

No texto acima os recursos hídricos foi citado como principal foco de degradação ambiental, mas conforme a tabela a maioria dos grupos pesquisados são de ambientes terrestres.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, devemos ressaltar a importância da preservação dos ecossistemas naturais, os artigos avaliados na pesquisa mostraram como é diversificado os grupos de seres vivos utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental, sendo desde seres macroinvertebrados bentônicos aquáticos até os anfíbios. Cada grupo com suas características específicas de bio-indicação e sua importância ecológica no local em que estão inseridos. Outro fator importante a observar, é que a maioria dos bioindicadores utilizados em pesquisas são terrestres, havendo também grupos que podem ser utilizados nos dois ambientes.

Portanto pode-se concluir que os principais tipos de seres vivos biondicadores utilizados nos dias de hoje para análise da poluição dos ecossistemas aquáticos e terrestres são: os macroinvertebrados bentônicos, macrofauna do solo (serapilheira), formigas, besouros, insetos galhadores, minhocas,

líquens, musgos e anuros. Cada grupo citado tem papel fundamental no seu habitat, participando das teias alimentares e das interações ecológicas com outras espécies. E para finalizar destacar que os impactos ambientais gerados a partir das atividades antropogênicas e industriais, são as principais causas da degradação ambiental na atualidade. A preservação do ecossistema é fundamental para que se tenha o equilíbrio da biodiversidade e da qualidade ambiental necessária pra que todas as espécies de seres vivos possam ser conservadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.R.; ORSOLON, A.M.; MALHEIROS, T.M.; PEREIRA, S.R.B.; AMARAL, F. & SILVA, D.M. 1993. **Planejamento ambiental – caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio**. Ed. ThexLtda/Biblioteca Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 154p.

ANDRÉA, M.M. de **Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos**. 2008. Artigo em Hypertexto.

ANDRÉA, M. M.. **O uso de minhocas como bioindicadores de contaminaçao de solos**. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), Número Especial 2: 95-107, 2010.

ANDRADE, J.C.M, TAVARES, S.R.L, MAHLER, C.F. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. Oficina de textos: São Carlos, 2007.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BERNARDES, J.A.; FERREIRA, F.P.; **Sociedade e Natureza**. A Questão Ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BEZERRA, Maria do Carmo de Lima. 1996. **Planejamento e gestão ambiental: uma abordagem do ponto de vista dos instrumentos econômicos**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Brasília, junho de 1996.

BÍLIO, F.J.P.;RUFFO, T.L.M.; SOUZA, A.F.R.; FLORENTINO, H.S.; OLIVEIRA, E.T.; MEIRELES, B.N.; SANTANA, A.C.D. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga.** Oecol. Bras., 11(3): 397-409, 2007.

Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 1, p. 39-43, jan./abr. 2009.

BUTTERFIELD, J.; LUFF, M.L.;BAINES, M.; EYRE, M.D. (1995). **Carabid beatle communities as indicators of conservation potential in upland forest. Forest Ecology and Management**. 79, 63 – 77.

BURTON, I. **The quality of the environment*: A Review, The Geographical Review***. vol. 58, n. 3, 1968.

BUZZI, Z.J., MIYAZAKI, R.D. (1999). ***Entomologia Didática***. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

BRANCO, Samuel Murguel. 1984. **O fenômeno Cubatão na visão do ecólogo**. São Paulo: CETESB / ASCETESB.

BRANDÃO. C.R.F. Hymenoptera, formicidae. In: Brandão, C.R.F.; Cancello, E.M (Ed) **Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX. 5 – Invertebrados Terrestres.** São Paulo FAPESP, 1999. p. 213-223.

BROWN, K.S.Jr. (1991). **Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators**. In: Collins, N.M., Thomas, J.A. (Eds.). *The conservation of insects and their habitats*. London: Academic Press.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F., NESSIMIAN, J.L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Cadernos de Saúde Pública. 19(2): 645-473, 2003.

BROWN G. G.; LOUZADAH.C.; LUIZÃO, F.J.; VAZ-DE-MEUO, F.Z.; WELIINGTON, J.; CONSTANTINO, C.; ZANETTI, R. **A importância da mesa e macrofauna do solo na fertilidade e como biondicadores**.

BROOMHALL, S.D. 2005. Measuring chemical impacts on amphibians: ecotoxicity
And behavioural data in governmental regulation. Appl. Herpetol. 2: 259-285.

CAIRNS Jr., J.; McCORMICK, P. V.; NIEDERLEHNER, B. R.A **Proposal framework for developing indicators of ecosystem health. Hydrobiologia**, 263p.1-44.Netherlands: Publishen:Springen, 1993.

COPATTI, E,;SCHIRMER, F.G.; MACHADO, J.V.V. **Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil.** PERSPECTIVA, Erechim. v.34, n.125, p. 79-91, março/2010.

CALLISTO, M. GONÇALVES, J.F.; MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores.** 2013.

CALLISTO, M., GONCALVES, J. 2002. **A vida nas águas das montanhas**. Ciência Hoje 31(182): 68 – 71.

COSTA, W.R.; MINEO, MF. **Os líquens como bioindicadores de poluição atmosférica no município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil.** REGET - v. 13 n. 13 AGO. 2013, p. 2690- 2700.

CURRY, J. P.2004. **Factors affecting the abundance of earthworms in soils**.Pp. 91-113. In: C. A. Edwards (Ed.). *Earthworm ecology.* 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton.

DIAS, REINALDO. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

ELIASARO, S. et al.; **Levantamento da flora liquênica da Ilha do Mel, Paraná.** Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, 2010.

FERNANDES, F. S.; - ALVES. S.S. SANTOS, H.F.;RODRIGUES, W. C.; **Staphylinidae e Silphidae (Coleoptera) como Potenciais Famílias Bioindicadoras de Qualidade Ambiental**. Revista Eletrônica TECCEN, Vassouras, v. 4, n. 3, p. 17-32, set/dez., 2011

FERNANDES. G. W. 1987. **Gall-fonning insects: Their economic importance and control**. Revista Brasileira de Entomologia 31 :379-398.

FERNANDES, F.C.; ALVES, S.S.; SANTOS, H.F.; RODRIGUES, W.C**. Staphylinidae e Silphidae (Coleoptera) como Potenciais Famílias Bioindicadoras de Qualidade Ambiental.** Revista Eletrônica TECCEN, Vassouras, v. 4, n. 3, p. 17-32, set/dez., 2011

FERNANDES, G.W.;PAULA, A.S.;LOYOLA, R. **Distribuiçao diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores**. Vida Silvestre Neotropical 4(2):133-139. 1995.

FOWLER, H.G.; SCHILINDWEIN, M. N.; MEDEIROS, M.A. **Exotics ants and community simplification in Brazil: A review of the impact of exotic and ant on native assemblages**. In: Williams, D. F. Exotics ant**.** Boulder: Westview Press, 1994. P. 151-1973.

FRAGOSO, C., P. LAVELLE, E. BLANCHART, B. K. SENAPATI, J. J. JIMÉNEZ, M. A. MARTÍNEZ, T. DECAËNS & J. TONDOH.1999. **Earthworm communities of tropical agroecosystems: origin, structure and influence of management practices**. Pp. 27-55. *In:* P. Lavelle, L. Brussaard and P.F. Hendrix (Eds).*Earthworm management in tropical agroecosystems*. CABI, Wallingford.

GALDEAN N., CALLISTO M., & BARBOSA F.A.R. 2000.**Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community**. Aquatic Ecosystem Health and Management 3, 545-552.

GOULART, M. &CALLISTO, M. 2003. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, ano 2, no 1.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIARÃES, M. **Sustentabilidade e educação ambiental**. A Questão Ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2003.

GROSS, T.; JOHNSTON, S.; BARBER, C. V. (2005). **Um guia para entender e participar efetivamente da oitava reunião da Conferência das Partes da Convenção sobre Biodiversidade**. Secretaria de Biodiversidade e floresta, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil.

LUTINSKI, J.A.; GARCIA, M.R.F. **Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina.** Biotemas, 18 (2): 73 - 86, 2005.

LIJTEROFF, R., LIMA, L., PRIERI, B. **Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica em laciudad de San Luis, Argentina**. San Luis, v.3. n.1, p.3-6.

MARTINS, R.J.E.; BOAVENTURA, R.A.R. **Briófitas aquáticas como bioindicadores da poluição de águas superficiais por metais pesados.** XI SILUBESA.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia e meio ambiente**. 2 edição. São Paulo, Contexto, 1994 (Coleção Caminhos da Geografia).

MOTTA, R.S. **Economia ambiental**. 6.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MOTA-FILHO. F.O.; SILVA, N.H.;ANDRADE, L.H.C.; PEREIRA, E.C.;VICENTE, C.;LEGAZ, M.E. **Análise de pigmentos de plantas e líquens no recife como parâmetro de avaliação da poluição ambiental.** 2008.

MONTARDO, Dóris K. **Recuperação do Meio Físico – Políticas de Gestão Ambiental**. Santa Rosa: UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Transparências apresentadas em aula, 2002.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. 2ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. 224p.

MCGEOCH, M.A. (1998). **The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators.** Biological Reviews, 73, 181- 201.

OLIVEIRA, C.R.F.; MATOS, C.H.C.; GONÇALVES, J.R. Porque os insetos podem ser considerados bons indicadores ecológicos? **Folha Florestal,** Viçosa, n. 99, p.12-13, 2001.*Sourcebook on the Environment*. London: University of Chicago Press, 1978.

PAOLETTI, M. G**.** 1999. **The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators**. *Agriculture, Ecosystems and Environment.*74: 137-155.

PIRATELLI, A., SOUZA, S.D., CORRÊA, J.S., ANDRADE. V.A., RIBEIRO, R.Y., AVELAR, L.H., OLIVEIRA, E.F. **Searching for bioindicators of forest ragmentation: passerine birds in the Atlantic forest of southeastern Brazil.**

QUEIROZ, J.F., TRIVINHO-STRIXINO, S., NASCIMENTO, V.M.C. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco**. Comunicado Técnico – Embrapa Meio Ambiente. Nº 3. 2000. Acesso em: 27/6/2016

RAMOS, Jade. **Áreas de intensa agropecuária podem apresentar comunidades de anuros representativas?.** Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de Goiás. Instituto de Ciências Biológicas, 2011.

RE, TATIANA MONTEIRO. **O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. Tese (doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 244 p. São Paulo, 2007.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

Secretaria do Meio Ambiente. **Gestão ambiental**. Sabbagh, Roberta Buendia. - - São Paulo : SMA, 2011. 176p. (Cadernos de Educação Ambiental, 16)

SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. 2001. **Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luis Antônio – SP – sugestões para aplicação de guildas como bioindicadores ambientais**. Biotemas, 14 (1): 37-69.

TOMMASI, L.R. 1994. **Estudo de Impacto Ambiental**. Ed. CETESB: Terragraph Artes e Informática, 354p.

TUAN, Y. **Environment and the Quality of life.** In: HAMMOND, K. et al. (ed.)

TYLER, G. **Bryophytes and heavy metals: a literature review**. Botanical Journal of the Linnean Society, v.104, p.231-253, 1990

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K.;ROVEDDER, A.P. **Insetos edáficos como indicadores de qualidade ambiental.** Revista De Ciências Agroveterinárias, Harvard, v. 4, n.1, 2005.