



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**LEVANTAMENTO DE BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL**

DOUGLAS NEVES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

**TRÊS RIOS - RJ
FEVEREIRO – 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**LEVANTAMENTO DE BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL**

Douglas Neves de Oliveira

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental,
como requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três
Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
FEVEREIRO – 2017**

Oliveira, Douglas Neves, 1992 -

Levantamento de bioindicadores de degradação ambiental / Douglas Neves
Oliveira - 2016.
50p. : grafs., tabs.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.
Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto Três Rios.

Bibliografia: p. 33-50.

1. Impactos ambientais– Indicadores biológicos – Monitoramento – Monografia.
I. Almeida, Fábio Souto. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. III. Título.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

LEVANTAMENTO DE BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Douglas Neves de Oliveira

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 16/02/2017

Banca examinadora:

Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida

Gestora Ambiental Talita Santiago Lopes

Gestora Ambiental Milene Andrade Estrada

**TRÊS RIOS - RJ
FEVEREIRO – 2017**

AGRADECIMENTO

A conclusão desse trabalho foi possível graças a Deus e todas as pessoas que me auxiliaram e fizeram com que essa etapa fosse mais leve e prazerosa. Por isso, agradeço aos meus familiares pela injeção de ânimo diária para a realização da monografia; ao meu orientador Fábio que sempre solícito me ajudou com paciência e empenho na concretização dessa atividade. E, por fim, aos amigos pelos momentos de descontração.

“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena.”
(Fernando pessoa)

RESUMO

O objetivo do estudo foi realizar o levantamento de bioindicadores utilizados para avaliar a degradação ambiental. Para a coleta de dados foi realizada uma revisão bibliográfica sobre bioindicadores através da busca por publicações científicas em sites na internet que contém coleções de periódicos científicos. Os organismos utilizados como bioindicadores foram separados em função do tipo de indicação que fornecem: indicadores do estado de ambientes terrestres; indicadores do estado de ambientes aquáticos; indicadores da qualidade do ar. A partir do levantamento bibliográfico realizado foram encontrados 64 grupos de organismos utilizados como bioindicadores, dos quais 15 são indicadores do estado de conservação/degradação de ambientes terrestres; 23 de poluição do ambiente aquático e 26 de poluição atmosférica. Foram encontradas no total 173 publicações sobre bioindicadores de impactos ambientais, 42 publicações sobre indicadores de ambiente terrestre, 61 sobre ambiente aquático e 70 sobre poluição atmosférica. Dentre os organismos utilizados como bioindicadores do estado de ambientes terrestres destacaram-se as formigas (Hymenoptera: Formicidae), os artrópodes em geral (Arthropoda), as minhocas (Annelida) e os besouros em geral (Coleoptera). Em relação aos táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes aquáticos, destacam-se os macroinvertebrados bentônicos, as plantas aquáticas e os efemerópteros. Os líquens se destacam como os mais frequentes indicadores de qualidade do ar. Além deles, cabe ressaltar *Lolium multiflorum* (azevém) e *Tradescantia pallida* (coração-roxo), como bioindicadores frequentemente utilizado para medir a poluição atmosférica. Os resultados demonstraram que diversos organismos são utilizados como indicadores biológicos de degradação ambiental. Muitos dos organismos utilizados como bioindicadores proporcionam resultados confiáveis, rápidos e com baixo custo. Além disso, possuem vantagens em relação aos indicadores físicos e químicos. Assim, é importante que os órgãos públicos exijam a utilização de bioindicadores na avaliação da degradação ambiental e no monitoramento ambiental.

Palavras-chave: impactos ambientais, indicadores biológicos, monitoramento.

ABSTRACT

The study aimed to conduct a survey on bioindicators used to evaluate environmental degradation. For data collection a bibliographical review on bioindicators was carried out through the search for scientific publications on websites that contain collections of scientific journals. The organisms used as bioindicators were separated according to the type of indication they provide: indicators of the conditions of terrestrial environments; indicators of the conditions of aquatic environments; indicators of air quality. From the bibliographical survey, 64 groups of organisms were used as bioindicators, of which 15 are indicators of the conservation/degradation status of terrestrial environments; 23 of pollution of the aquatic environment and 26 of air pollution. A total of 173 publications on bioindicators of environmental impacts were found, 42 publications on terrestrial environment indicators, 61 on the aquatic environment and 70 on air pollution. The most frequent organisms used as bioindicators of the conditions of terrestrial environments were the ants (Hymenoptera: Formicidae), arthropods in general (Arthropoda), worms (Annelida) and beetles in general (Coleoptera). In relation to the taxa used as bioindicators of the conditions of aquatic environments, the most frequent were the benthic macroinvertebrates, aquatic plants and Ephemeroptera. The lichen was the most frequent indicators of air quality, followed by *Lolium multiflorum* and *Tradescantia pallida*. The results showed that several organisms are used as biological indicators of environmental degradation. Many of the organisms used as bioindicators provide reliable, rapid and inexpensive results. In addition, they have advantages over physical and chemical indicators. Thus, it is important that public agencies require the use of bioindicators in the environmental degradation assessment and in environmental monitoring.

Keywords: biological indicators, environmental impacts, monitoring.

LISTA DE ABREVIACÕES E SBOLOS

ESCAS- Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes terrestres, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.16

Quadro 2. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes aquáticos, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.20

Quadro 3. Táxons utilizados como bioindicadores da qualidade do ar, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências..... 26

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS GERAL.....	13
1.1.1Objetivos Específicos.....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
5. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial, que se iniciou entre os séculos XVIII e XIX, provocou o aumento da magnitude e da frequência de impactos ambientais negativos em diversas partes do mundo (Silva 2006). Os recursos naturais passaram a ser explorados em demasia, gerando a sua escassez e alterações ambientais prejudiciais aos ecossistemas naturais e à humanidade (Oliveira & Junior 2007). Entre os impactos ambientais que foram intensificados com a revolução industrial, podem ser citadas as alterações adversas das características do solo, as alterações climáticas, o assoreamento dos rios, a diminuição da disponibilidade de água potável, a poluição da água, a poluição atmosférica e a perda de biodiversidade (Silva 2006). O ser humano acredita estar acima dos outros seres vivos e ter direitos sobre a natureza, a qual deve ser explorada o mais rapidamente possível para que possa satisfazer seus desejos de consumo e acúmulo de bens e capital (Albuquerque 2007). Em paralelo está o crescimento das populações humanas, que é extremamente elevado nas últimas décadas, e o surgimento de novas tecnologias, que facilitam a exploração de recursos naturais e as consequentes alterações ambientais (Balsan 2006). Assim, nota-se a incompatibilidade entre o atual comportamento das sociedades humanas e a conservação da natureza (Albuquerque 2007).

Para diagnosticar a magnitude e a extensão dos impactos ambientais ocasionados pelo ser humano inúmeros indicadores de impactos ambientais têm sido utilizados, incluindo os seres vivos, os chamados bioindicadores (Silva 2010). Os bioindicadores são seres vivos ou materiais produzidos por organismos vivos, que são usados como estimadores da biodiversidade de um ecossistema ou na verificação e monitoramento de alterações ambientais (Giovani & Carneiro 2011). Os organismos utilizados como bioindicadores devem ser sensíveis às alterações ambientais, que podem afetar a fisiologia, morfologia e comportamento de indivíduos, a densidade populacional ou mesmo a riqueza, diversidade e composição de comunidades biológicas (Arias et al. 2007). Existem bioindicadores para a degradação de recursos hídricos, para ecossistemas terrestres e de poluição atmosférica (Silva 2010).

Dentre os bioindicadores de ambientes aquáticos, existem os grupos de espécies, como diversos peixes, que se locomovem ativamente na coluna d'água (Augusto et al. 2010). Além disso, também são perceptíveis nesse ambiente espécie que vivem sobre ou dentro de algum substrato como, por exemplo, os organismos bentônicos (Vitame 2011). Por outro lado, esse habitat também apresenta bioindicadores que não conseguem se opor ao movimento da água,

como as larvas de diversos organismos (Poletto 2013). Macroalgas e outras plantas vasculares são utilizadas como bioindicadores no processo de eutrofização de ambientes aquáticos. Esses organismos precisam de nutrientes, luminosidade e determinadas condições de temperatura (Kapusta 2008).

Como exemplo de bioindicadores de ambientes terrestres cita-se as formigas, que são boas indicadoras da qualidade do solo e do estado dos ecossistemas (Rosa & Roberto 1998). Algumas dessas espécies podem ser utilizadas para realizar o monitoramento da recuperação de áreas degradadas (Kapusta 2008). A riqueza e a diversidade de espécies de formigas geralmente diminuem quando ocorre um impacto ambiental negativo em um ecossistema terrestre, inclusive quando ocorre a simplificação do ambiente (Martins et al. 2011).

Segundo Costa (2013), dentre os bioindicadores da qualidade do ar existem algumas espécies que, mediante o contato com algum poluente, apresentam variações nas suas características fisiológicas ou morfológicas. Além disso, pode ocorrer a diminuição da densidade de espécies sensíveis aos poluentes ou o acúmulo do poluente sobre ou dentro do bioindicador (Aquino et al 2011).

Alguns seres vivos são altamente sensíveis às alterações ambientais, sendo considerados excelentes bioindicadores (Pedroso 2007). Por outro lado, alguns indicadores biológicos somente apresentam mudanças perceptíveis quando são submetidos a variações expressivas das condições ambientais (Iovine 2012). Nesse caso, a sua eficiência como bioindicador não é tão boa.

Desse modo, o presente trabalho apresenta um levantamento de bioindicadores que são utilizados para avaliar o estado de degradação, conservação ou recuperação de ambientes terrestres, aquáticos e do ar. Também apresenta a frequência com que esses bioindicadores são citados na literatura e discute as suas características.

1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o levantamento de bioindicadores utilizados para avaliar a degradação ambiental.

1.1.1Objetivos Específicos

- Listar os indicadores biológicos utilizados na avaliação do estado de ambientes terrestres e aquáticos, bem como da qualidade do ar.
- Estudar a frequência com que os bioindicadores são citados na literatura.
- Discutir as características dos bioindicadores analisados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a coleta de dados foi realizada uma revisão bibliográfica sobre bioindicadores através da busca por publicações científicas em *sites* na internet que contém coleções de periódicos científicos, tais como: Periódicos Capes, *Scopus*, *Scielo*, Google Acadêmico e *Web of Science*. Nesses sites, foram utilizados na busca de trabalhos científicos os seguintes termos: indicadores biológicos; bioindicadores; *biological indicators*; *bioindicators*. Os artigos utilizados na pesquisa foram publicados entre os anos de 1956 e 2016.

Os organismos utilizados como bioindicadores foram separados em função do tipo de indicação que fornecem: indicadores do estado de ambientes terrestres; indicadores do estado de ambientes aquáticos; indicadores da qualidade do ar. Foi contabilizado o número de trabalhos científicos que utilizaram ou citaram cada bioindicador e, a partir desses dados, foi obtida a distribuição de frequências. Nos artigos encontrados também foi verificado se os autores comentam sobre as características dos bioindicadores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento bibliográfico realizado foram encontrados 64 grupos de organismos sendo utilizados como bioindicadores, dos quais 15 são indicadores do estado de conservação/degradação de ambientes terrestres; 23 de poluição de ambiente aquático e 26 de poluição atmosférica. Foram encontradas no total 173 publicações sobre bioindicadores de impactos ambientais, 42 sobre indicadores de ambiente terrestre, 61 de ambiente aquático e 70 de poluição atmosférica. Alguns organismos, em seus diferentes ambientes, tiveram maior expressividade quanto ao número de publicações em que surgem como indicadores biológicos.

Dentre os organismos utilizados como bioindicadores do estado de ambientes terrestres destacaram-se as formigas (Hymenoptera: Formicidae), os artrópodes em geral, as minhocas (Annelida) e os besouros em geral (Coleoptera), pois foram os mais frequentes (Quadro 1).

Quadro1. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes terrestres, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	Frequência (%)	Referências
Hymenoptera: Formicidae	Formigas	17	40,48	Silvestre & Silva (2001), Ribas et al. (2007), Ré (2007), Silva & Brandão (1999), Bution et al. (2010), Pereira et al. (2007), Ribas et al. (2012), Valentim. (2010), Jamison et al. (2016), Read (1995), Gomes et al. (2014), Yeo (2010), Santos (2014), Braga (2008), Spolidorio (2009), Martins et al. (2011), Gomes et al. (2013)
Arthropoda	Artrópodes	6	14,28	Leivas & Carneiro (2012), Melo et al (2015), Tizado & Núñez-Pérez (2012), Longcore (2003), Goldas (2014), Herrera & Cuevas (2011)
Annelida	Minhocas	4	9,52	Buch (2010), Ferreira (2015), Andréa (2010), Paniago et al. (2016)
Coleoptera	Besouros	3	7,14	Oliveira et al. (2014), Rodrigues (2007), Silva & Silva (2011)
Lepidoptera	Lepidoptera	2	4,76	Moraes (2003), Andrade (1998)
Mammalia	Mamíferos Selvagens	1	2,38	García et al. (2008)

Continuação: Quadro 1. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes terrestres, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
Isopoda	Tatuzinhos-de-jardim	1	2,38	Quadros (2010)
Hymenoptera: Apoidea	Abelhas	1	2,38	Oliveira (2014)
Coleoptera: Staphylinidae	Estafilinídeos	1	2,38	Fernandes et al. (2011)
Coleoptera: Silphidae	Silfídeos	1	2,38	Fernandes et al. (2011)
Microrganismos	Microrganismos	1	2,38	Matsumoto & Marques (2015)
Bovinae	Bovinos	1	2,38	Peres (2009)
Myriapoda	Piolhos-de-cobra	1	2,38	Nogarol (2009)
Collembola	Colêmbolos	1	2,38	Serrano (2007)
Diptera	Moscas e mosquitos	1	2,38	Wink et al (2005)

As formigas são animais extremamente abundantes na maioria dos ecossistemas terrestres, conseguem colonizar diferentes tipos de ambientes como praias, dunas, agroecossistemas, pastagens e florestas naturais e plantadas (Santos 2014). Como muitas espécies constroem seus ninhos no solo, afetam consideravelmente suas características, como a matéria orgânica, a fertilidade, a capacidade de retenção de água e a porosidade, podendo inclusive favorecer o crescimento de plantas nas proximidades dos ninhos (Almeida 2012). As comunidades de formigas apresentam variações em função de alterações provocadas pelos seres humanos nos seus habitats, como a poluição e a redução da heterogeneidade ambiental através da substituição de florestas naturais por agroecossistemas ou pastagens, por exemplo, (Martins et al. 2011). A redução da riqueza e da diversidade de espécies e alterações na composição de comunidades de formigas é considerada indícios de que o ecossistema foi

degradado. Por fim, as formigas são boas indicadoras do estado de conservação ou degradação de ambientes terrestres pela elevada abundância e número de espécies, por serem facilmente identificadas e amostradas com técnicas de coleta de baixo custo (Read 1995).

O Filo Arthropoda é o que contém o maior número de espécies (Longcore 2003). Os trabalhos que utilizam os artrópodes em geral como indicadores biológicos na maioria das vezes realizam a identificação apenas no nível de ordem, devido à grande variedade de espécies e aos impedimentos taxonômicos (Melo et al. 2015). Todavia, tais estudos têm mostrado que os artrópodes são extremamente úteis para diagnosticar o estado de conservação de ambientes terrestres. Os artrópodes têm grande potencial para fornecer informações sobre a conservação biológica, sobre a sustentabilidade da agricultura e para práticas forenses, pois são muito abundantes, sensíveis aos impactos ambientais e apresentam diversas relações ecológicas importantes para o equilíbrio dos ecossistemas (Leivas & Carneiro 2012).

O uso das minhocas como bioindicadoras ocorre devido à sua importância na estrutura e na fertilidade dos solos (Buch 2010). São importantes para a reciclagem de nutrientes do solo, por atuarem expressivamente na decomposição da serapilheira (Moreira 2010). As minhocas também são afetadas por substâncias tóxicas presente no solo, sendo indicadoras da contaminação do solo e eficazes em testes ecotoxicológicos (Andréa 2010). Durante a alimentação podem incorporar e acumular os contaminantes em seus tecidos ou serem afetadas negativamente pela poluição por metais (Ferreira 2015).

A Ordem Coleoptera (besouros) é a maior em termos de riqueza de espécies e apresenta elevada abundância de indivíduos, que participam de processos ecológicos como a predação, a polinização e a decomposição de matéria orgânica. As famílias de coleópteros Staphylinidae e Silphidae apresentam besouros que atuam em diferentes níveis tróficos e podem ser dispersores de sementes, pragas agrícolas, polinizadores, decompositores e predadores, além disso, são utilizados para avaliar a qualidade do ambiente (Silva & Silva 2011). Esses insetos possuem diferentes sensibilidades a alterações na composição florística, na composição e abundância de serapilheira e na luminosidade (Fernandes et al. 2011).

Os Lepidoptera (borboletas e mariposas) são insetos de metamorfose completa, alimentando-se na fase jovem, geralmente, de matéria vegetal, e na fase adulta de líquidos, como néctar e seiva (Andrade 1998). São utilizados na indicação do estado de recuperação de áreas degradadas e a diversidade de espécies muitas vezes aumenta em estágios mais avançados de sucessão florestal (Moraes 2003).

Os Diptera são considerados excelentes indicadores ambientais devido à sensibilidade às modificações no ambiente (Wink et al. 2009). São bioindicadores de ambientes florestais preservados, pois possuem geralmente maior abundância e diversidade nesses ambientes (Gadelha et al. 2009).

Os tatuzinhos-de-jardim (Isopoda) são utilizados como bioindicadores devido a sua habilidade de acumular metais pesados através da alimentação e de sobreviver em áreas poluídas por resíduos industriais, sendo úteis em estudos de ecotoxicologia terrestre (Schultheis-Pérez 2010). Dentre os motivos que fazem desses animais bons bioindicadores estão o fato de sua biologia e reprodução serem bem conhecidas, possuir espécies sintantrópicas e com ampla distribuição geográfica (Quadros 2010). Ademais, esses animais são decompositores, auxiliando assim na manutenção da fertilidade dos solos (Correia et al. 2008).

Os piolhos-de-cobra (Diplopoda) são encontrados geralmente em ambientes escuros e úmidos como, por exemplo, na serapilheira e sob de troncos de árvores caídos sobre o solo. São utilizados na indicação de perturbações no meio ambiente tendo em vista a sua aplicação como organismos testes em algumas análises do solo através de mudanças fisiológicas nos órgãos e tecidos (Nogarol 2009).

Os colêmbolos são animais pequenos (variando de 0,1 a 0,5 mm de comprimento) que se destacam em florestas pela abundância, além do mais, possuem susceptibilidade aos efeitos nocivos da contaminação no solo, tendo a sua diversidade muitas vezes reduzida devido aos impactos ambientais (Serrano 2007).

Os mamíferos selvagens são utilizados como bioindicadores terrestres pelo tamanho do corpo, maior do que de outras espécies, possibilitando a retirada de amostras para análise química (Garcia et al. 2008). Podem acumular metais traço, que nem sempre são evidentes nas plantas. Por apresentarem ciclo de vida longo, quando submetidos à exposição de algum contaminante podem ser estudados por mais tempo (García et al. 2008). Os bovinos são utilizados como bioindicadores por serem susceptíveis ao acúmulo de metais pesados, como o chumbo, o que faz deles biomonitores ambientais em potencial (Peres 2009).

As células microbianas formam populações que crescem e se juntam a fim de estabelecer grupos com funções determinadas de transformação de compostos no meio, esses grupos funcionais estão concentrados na rizosfera, onde interagem com a raiz e afetam a nutrição das plantas (Matsumoto & Marques 2015). As relações dos grupos de

microrganismos com os diferentes ciclos biogeoquímicos e sua influência no crescimento das plantas são importantes para avaliar distúrbios no solo (Matsumoto & Marques 2015).

Em relação aos táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes aquáticos, destacam-se os macroinvertebrados bentônicos, as plantas aquáticas e os efemerópteros (Quadro 2).

Quadro 2. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes aquáticos, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
-	Macroinvertebrados bentônicos	17	29,31	Zakrzewski (2007), Callisto et al. (2011); Nacfur et al. (2016), Piedras et al (2006), Faria et al. (2007), Silva et al. (2009), Buss et al. (2016), Disner et al. (2011), Baptista et al. (2003), Kuipers et al. (2016), Giacometti & Bersosa (2006), Moreno & Callisto (2005), Callisto et al. (2001), José et al. (2007), Ferreira et al. (2016), Sahm (2016), Monteiro (2008)
Macrófitas aquáticas	Plantas aquáticas	5	8,62	Diniz et al. (2005), Ignácio (2014), Macedo et al. (2012), Thomas & Bini (2003), Kuipers et al. (2016)

Continuação: Quadro 2. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes aquáticos, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
Ephemeroptera	Efemerópteros	4	6,89	Firminiano (2015), Oliveira et al. (2014), Ribeiro & Frenedozo (2011), Paciencia et al (2011)
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilápia	4	6,89	Arias et al. (2007), Martins (2014), Virgens et al. (2015), Santos (2013)
Diptera	Moscas	4	6,89	Fernandes (2003), Paine (1956), Oliveira et al. (2014), Nunes et al. (2015)
Plecoptera	Plecópteros	3	5,17	Paciencia et al (2011), Oliveira et al. (2011), Ribeiro & Frenedozo (2011)
Trichoptera	Tricópteros	3	5,17	Ribeiro & Frenedozo (2011), Paciencia (2011)
<i>Geophagus brasilienses</i>	Acará	2	3,44	Martins (2008), Arias et al. (2007)
Coleoptera	Besouros	2	3,44	Oliveira et al. (2014), Nunes et al. (2015)

Continuação: Quadro 2. Táxons utilizados como bioindicadores do estado de ambientes aquáticos, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
<i>Daphnia magna</i>	Pulga-da-água	2	3,44	Florêncio et al. (2014), Ignácio (2014)
<i>Pistia stratiotes</i>	Alface-d'água	1	1,72	Oliveira (2010)
Foraminifera	Foraminíferos	1	1,72	Levêque (1996)
<i>Apteronotus hasemani</i>	Peixe elétrico	1	1,72	Rossoni (2005)
<i>Apteronotus bonapartii</i>	Peixe elétrico	1	1,72	Rossoni (2005)
Bryophyta	Musgos	1	1,72	Martins (2004)
<i>Artemia</i> sp.	Crustáceo	1	1,72	Pimentel et al. (2011)
<i>Spionidae benedicti</i>	Poliquetas	1	1,72	Souza et al. (2015)
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíras	1	1,72	Lins et al. (2010)
Ochrophyta	Fitoplâncton	1	1,72	Cardoso et al. (2013)
<i>Astyanax</i> sp.	Lambari	1	1,72	Cort & Ghisi (2013)
Odonata	Libélulas	1	1,72	Pereira (2012)
<i>Salvinia auriculata</i>	Salvinia	1	1,72	Almeida (2009)
Amphibia	Anfíbio	1	1,72	Toledo (2009)

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos que vivem no substrato de ambientes aquáticos, sendo que algumas espécies têm esse hábito somente durante a fase jovem. Podem viver enterrados na lama ou na areia de semanas a meses, sendo bons para o monitoramento da qualidade da água (Zakrzewski 2007). Os pontos que demonstram a eficiência desses organismos como bioindicadores são: a amostragem relativamente fácil, com técnicas padronizadas e de baixo custo; o ciclo de vida geralmente longo; elevada diversidade taxonômica; e sensibilidade a mudanças na qualidade da água (Monteiro 2008).

Dentre os macroinvertebrados bentônicos, os Plecoptera são insetos altamente sensíveis a alterações ambientais e vivem em águas de ótima qualidade, não suportando a presença de quantidades elevadas de poluentes, com isso as espécies do grupo, quando afetadas por alguma ação antrópica, podem ser eliminadas (Paciencia et al. 2011). Ephemeroptera apresenta espécies sensíveis a poluentes e necessitam de alto grau de oxigênio dissolvido na água (Firminiano 2015). Os coleópteros aquáticos são tolerantes a alterações adversas na qualidade da água, pois possuem menor necessidade de oxigênio dissolvido na água, haja vista que utilizam oxigênio atmosférico, mas ainda assim são sensíveis as mudanças que ocorrem no seu habitat (Oliveira et al. 2014). As libélulas são boas indicadoras da qualidade da água, pois os indivíduos jovens habitam vários ambientes de água doce, a identificação é relativamente fácil e as ninfas são basicamente sedentárias (Pereira 2012). Por outro lado, os adultos possuem uma elevada capacidade de dispersão, se estabelecem em diversos habitats e podem ser visualizados com facilidade enquanto executam a atividade de patrulha sobre a lâmina d'água (Silva et al. 2005).

O poliqueta *Spionidae benedicti* habita oceanos e é utilizado como bioindicador de ambientes perturbados, pois é decompositor oportunista, colonizando, inclusive com facilidade, locais com elevada quantidade de matéria orgânica (Souza et al. 2015). Assim, essa espécie torna-se um organismo bentônico usado como indicador da qualidade do ambiente onde vive (Souza et al. 2015).

Daphnia magna, conhecida vulgarmente como pulga-d'água, é um organismo que é utilizado em ensaios ecotoxicológicos devido a sua sensibilidade à presença de produtos químicos na água, à sua elevada taxa de reprodução e facilidade na adaptação às condições de cativeiro (Fernanda 2014). As artêmias são microcrustáceos de água salgada que são predadas por outros invertebrados e peixes, sendo ambientalmente importantes para a manutenção do equilíbrio da cadeia trófica (Martins 2008).

Os foraminíferos são protistas constituídos por uma célula cercada por uma concha, são pequenos, abundantes e podem ser coletados em grandes quantidades em volumes pequenos de sedimentos, o que torna o custo da coleta menor (Levequê 1996). Esses protistas também são sensíveis à contaminantes da água (Levequê 1996).

As macrófitas são utilizadas como locais de abrigo para peixes e invertebrados aquáticos (Diniz 2005). Essa vegetação desempenha papel fundamental nos ecossistemas aquáticos, pois a sua quantidade pode influenciar a diversidade de outras espécies (Thomas & Bini 2003). Além disso, indicam alterações ambientais em resposta aos diferentes gradientes de poluição (Kuipers et al. 2016). *Pistia stratiotes* é uma espécie conhecida como alface-d'água, difundida no mundo todo, é uma planta aquática flutuante que tem capacidade de reprodução vegetativa e crescimento rápido, além do mais, está sendo utilizada para retirar o mercúrio de efluentes de mineração (Oliveira 2010). *Salvinia auriculada* também é uma planta aquática flutuante que é usada como indicador biológico em função das altas taxas de crescimento, a sensibilidade a diferentes agentes tóxicos e facilidade de manipulação experimental (Almeida 2009).

As briófitas aquáticas (musgos) são bons indicadores biológicos, pois possuem a capacidade de armazenar grandes quantidades de metais pesados devido à falta de cutícula nos tecidos (Martins 2004). São fáceis de serem coletadas, possuem intolerância às concentrações elevadas de metais pesados e a sua manipulação em laboratório é relativamente fácil (Martins 2004).

Em relação aos peixes utilizados como bioindicadores, *Apteronotus hasemani* e *Apteronotus bonapartii* são peixes elétricos que através das descargas dos órgãos elétricos possuem sensibilidade quando ocorre alguma perturbação no ambiente aquático indicando anormalidades físicas ou químicas da água (Rossoni 2005). As tilápias e acarás são adequados para avaliar a qualidade dos ecossistemas aquáticos dulcícolas (Arias et al. 2007). Poluentes como os carbamatos e agrotóxicos organofosforados afetam essas espécies (Arias et al. 2007). A espécie *Hoplias malabaricus* (traíra) é um predador de água doce que vive em ambientes lênticos e possui a capacidade de se adaptar a águas com baixa quantidade de oxigênio (Lins et al 2010). Assim, consegue habitat locais que estejam em condições adversas, sendo bons bioindicadores principalmente dos efeitos persistentes e acumulativos na cadeia alimentar (Lins et al. 2010). *Astyanax* spp. (lambaris) são espécies sensíveis, que quando entram em contato com algum poluente ocorrem alterações histopatológicas, ou seja, modificações

bioquímicas e fisiológicas, que irão refletir em lesões nas células, órgãos e tecidos (Silva 2004).

Os anfíbios, incluindo os anuros, possuem características comportamentais e físicas que podem facilitar a ocorrência de intoxicações por poluentes aquáticos (Toledo 2009). Além disso, são relativamente fáceis de serem encontrados e capturados, características que demonstram que podem ser utilizados como bioindicadores (Toledo 2009).

Os organismos que compõem o fitoplâncton são bons bioindicadores das condições do meio aquático, pois são sensíveis a mudanças na qualidade da água, respondem a níveis baixos de oxigênio dissolvido, elevados níveis de nutrientes e à contaminantes tóxicos (Silva et al. 2013).

Os líquens se destacam como os mais frequentes indicadores de qualidade do ar (Quadro 3). Além deles, cabe ressaltar *Lolium multiflorum* (azevém) e *Tradescantia pallida* (coração-roxo), como bioindicadores frequentemente utilizado para medir a poluição atmosférica, mas várias outras espécies também são usadas com esse fim.

Os líquens são constituídos a partir da associação entre algas e fungos e, por não possuírem a habilidade de controlar o seu conteúdo de água, esse varia em função da umidade que existe no seu habitat (Rufino 2011). A ausência de cutícula nos líquens faz com que percam umidade até entrar em estado de dormência, principalmente em épocas de pouca precipitação pluviométrica (Luiz et al. 2012). Além disso, também por serem desprovidos de cutícula, acumulam elementos presentes na atmosfera, que são incorporados em seu processo metabólico (Luiz et al. 2012). Assim, através da determinação dos elementos acumulados em sua estrutura, espécies de líquens são utilizadas como indicadoras da poluição atmosférica (Karla et al. 2014). Além disso, o aumento da concentração de poluentes no ar acaba reduzindo a densidade de líquens sobre o tronco de árvores, inclusive de espécies utilizadas na arborização urbana (Eliasaro et al. 2009). Desse modo, a porcentagem do tronco de árvores da arborização urbana coberto por líquens tem sido utilizada para avaliar a poluição atmosférica nas cidades (Rocio et al. 2015).

Quadro 3. Táxons utilizados como bioindicadores da qualidade do ar, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
-	Líquens	17	27	Aquino et al. (2011), Eliasaro et al. (2009), Rocio et al. (2015), Soares et al. (2014), Costa & Mineo (2013), Silva et al. (2014), Fioreze & Santos (2013), Meneghini et al. (2012), Soares et al. (2016), Costa (2013), Oliveira et al. (2007), Martins et al. (2003), Vicente (2012), Santos et al. (2014), Ferreira (2008), Kaffer et al. (2010), Leonardo (2010)
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	4	6,34	Aquino et al. (2011), Klumpp et al. (2011), Costa (2013), Migliavacca (2009)
<i>Tradescantia pallida</i>	Coração-roxo	4	6,34	Pereira (2012), Mazivieiro et al. (2011), Salles et al. (2012), Costa (2013)
<i>Cladonia verticallis</i>	Cladónia	3	4,76	Cunha (2005), Silva (2002), Santos (2011)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Feijão	3	4,76	Aquino et al. (2011), Muller et al. (2007), Apro et al. (2012)

Continuação: Quadro 3. Táxons utilizados como bioindicadores da qualidade do ar, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	3	4,76	Aquino et al. (2011), Teloken (2013), Pedroso & Alves (2008)
<i>Byrsonimia crassifolia</i>	Muruci	3	4,76	Aquino et al. (2011), Paula et al. (2005)
<i>Tillandsia recurvata</i>	Bromélia	2	3,17	Santos (2011), Almeida (2015)
<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira	2	3,17	Perry (2007), Pina et al. (2007)
<i>Citrus sinensis</i>	Laranjeira	2	3,17	Aparecida & Tereza (2014), Aquino et al. (2011)
<i>Spondias dulcis</i>	Cajá-mirim	2	3,17	Aquino et al. (2011), Santos (2013)
<i>Panicum maximum</i>	Capim colônia	2	3,17	Fahl & Cortez (2014), Aquino et al. (2011)
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	2	3,17	Camila et al. (2012), Maioli et al. (2008)
<i>Tibouchina pulchra</i>	Manacá-da-serra	2	3,17	Furlan (1998), Carneiro (2004)
<i>Coffea arabica</i>	Café arábica	1	1,58	Aquino et al. (2011)
<i>Saccharum officinarum</i>	Cana-de-açúcar	1	1,58	Aquino et al. (2011)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Barba-de-velho	1	1,58	Aquino et al. (2011)

Continuação: Quadro 3. Táxons utilizados como bioindicadores da qualidade do ar, nome vulgar, número de publicações que os citam, frequência relativa (%) e referências.

Táxon	Nome Vulgar	Nº de publicações	FR (%)	Referências
<i>Brassica rapa</i>	Nabo	1	1,58	Aquino et al. (2011)
<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	1	1,58	Aquino et al. (2011)
<i>Chloris gayana</i>		1	1,58	Aquino et al. (2011)
<i>Tillandsia aeranthos</i>	Cravo-do-ar	1	1,58	Tadiello (2014)
<i>Sphagnum</i> sp.	Esfagno/ musgo	1	1,58	Aquino et al. (2011)
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca	1	1,58	Maioli et al. (2008)
<i>Psidium cattleyanum</i>	Araçá-rosa	1	1,58	Perry (2007)
<i>Myracrodron urundueva</i>	Aroeira-vermelha	1	1,58	Santos et al. (2014)
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba	1	1,58	Guerra et al. (2014)

Várias espécies de plantas são utilizadas para avaliar a qualidade do ar. A espécie *Lolium multiflorum* é usada em estudos sobre poluentes do ar, enxofre, flúor e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, pois possui elevada capacidade de absorver substâncias tóxicas, bem como uma grande intolerância contra a maioria dos poluentes atmosféricos (Migliavacca 2009). Segundo Pereira (2012), *Tradescantia pallida* é uma planta herbácea que apresenta geralmente 15 a 25 cm de comprimento e folha de cor púrpura. É considerada uma boa indicadora da qualidade do ar por seu cultivo ser fácil e de baixo custo (Mazivieiro et al. 2011) e, principalmente, pelo seu material genético ser modificado em contato com alguns poluentes atmosféricos (Costa 2013). A goiabeira (*Psidium guajava*) é um bioindicador de acumulação de poluentes e apresenta respostas quando ocorrem modificações na sua morfologia, biomassa e metabolismo (Perry 2007). Dentre os poluentes atmosféricos

que acumula estão compostos de flúor e enxofre (Pina et al 2007). Segundo Perry (2007), *Psidium cattleianum* é um indicador de resposta em longo prazo demonstrando alteração na alocação da biomassa e sintomas de injúrias visíveis.

A planta epífita *Tillandsia aeranthos* acumula poluentes atmosféricos e, por ter a capacidade de colonizar áreas urbanas, pode ser usada como indicadora de alterações na qualidade do ar das cidades (Tadiello et al. 2014). Além dessa espécie, *Tillandsia recurvata* e *Tillandsia usneoides* também são utilizadas no biomonitoramento da qualidade do ar (Santos 2011, Aquino et al. 2011). A espécie *T. usneoides* pode acumular quantidades expressivas de cobre e cromo (Aquino et al. 2011).

Algumas plantas são indicadoras de altas concentrações de algum poluente em específico. Esse é o caso de *Nicotiana tabacum* (tabaco), pois estudos têm avaliado a ação oxidante do ozônio troposférico sobre essa espécie (Teloken 2013). Segundo Santos (2013) a espécie *Spondias dulcis* (cajá) é indicadora biológica de flúor em função da velocidade com que responde ao poluente. A espécie *Brysonimia crassifolia* (murici) tem várias utilidades, pois é utilizada na produção de medicamentos e corantes, além de aproveitar-se a sua madeira (Paula et al. 2005). O murici é bioindicador da qualidade do ar por ser susceptível a elevadas concentrações de flúor na atmosfera, perceptível pelas lesões necróticas e pela clorose (Paula et al. 2005). *Panicum maximum* é outra espécie muito sensível a elevados níveis de flúor atmosférico (Fahl & Cortez 2014). *Coffea arabica* (café) é intolerante ao flúor atmosférico (Aquino et al 2011). Segundo Aquino et al. (2011) *Citrus sinensis* é uma árvore que retém o poluente flúor em suas folhas. As folhas da espécie *Saccharum officinarum* quando submetidas ao flúor apresentam alterações no metabolismo que podem gerar a clorose na ponta e nas margens da folha (Aquino et al. 2011). Plantas da espécie *Chloris gayana* são tolerantes ao contato com o poluente fluoreto, pois elas não apresentam injúrias foliar (Oliva & Figueiredo 2005). *Bauhinia forficata*, mais conhecida como pata-de-vaca, é utilizada no biomonitoramento da qualidade do ar, constituindo potencial indicador de perturbação por ozônio (Maioli et al. 2008). *Brassica rapa* é uma planta sensível ao poluente enxofre que, quando submetida a elevadas concentrações do poluente, apresenta redução do peso seco e fresco, além de apresentar necrose e clorose na folha (Aquino et al. 2011). A *Cladonia verticillaris* é uma espécie muito sensível ao contato com o poluente chumbo (Cunha 2005). Segundo Aquino et al. (2011) *Mangifera indica* (mangueira) é uma árvore utilizada como um eficiente biomonitor para a presença de metais pesados.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é sensível a concentrações elevadas de nitrogênio (Apro et al. 2012). Além disso, foi constatado o surgimento de injúrias foliares e a redução do crescimento e da produção quando o ar apresenta elevados níveis de ozônio (Henrique et al. 2012).

Licania tormentosa, vulgarmente conhecida como oiti, é uma árvore com potencial de bioindicação pela alteração ocasionada pelo contato com poluente ozônio, como o aumento ou diminuição de enzimas, alterações de metabólitos e na fotossíntese, alterações genéticas, aumento de hormônios relacionados ao estresse, mudanças estruturais, necrose e clorose (Camila et al. 2012)

Prosopis juliflora é uma espécie arbórea eficiente no acúmulo dos poluentes enxofre e ferro (Guerra et al. 2014). Já a espécie *Myracrodruon urundueva*, que pertence à família Anacardiaceae, pode ser utilizada no biomonitoramento da poluição por dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono, ozônio e hidrocarbonetos (Santos et al. 2014).

O bioindicador *Tibouchina pulchra* é utilizada devido ao seu potencial no biomonitoramento da poluição do ar, pois quando esse organismo entra em contato com algum poluente, apresenta modificação no lenho, alterações na composição e ornamentação da cutícula foliar (Carneiro 2004).

Os musgos também são utilizados como indicadores de poluição atmosférica. *Sphagnum* é uma espécie de musgo que tem a facilidade de acumular metais pesado, como por exemplo, o cobre e o arsênio (Aquino et al. 2011).

Assim, o presente trabalho apresenta um elevado número de organismos vivos que são utilizados como indicadores de degradação ambiental. Contudo, é provável que vários grupos já usados como indicadores biológicos não tenham sido citados no presente trabalho, devido a limitações da revisão bibliográfica. Além disso, não foram citados organismos que indicam o nível de biodiversidade dos ambientes, pois esse não foi o foco desse trabalho.

Cabe ressaltar que os bioindicadores apresentam vantagens frente a alguns indicadores físicos e químicos. Muitas vezes o uso de indicadores biológicos apresenta menor custo que a utilização de indicadores físicos e químicos, que comumente necessitam de equipamentos e substâncias específicas que podem ter custo elevado. Além disso, os bioindicadores permanecem no ambiente avaliado durante longo tempo, enquanto que a avaliação realizada com indicadores físicos e químicos pode representar o estado do ambiente apenas no momento da coleta da informação.

Assim, é de suma importância a utilização de bioindicadores nas verificações de perturbações ambientais. Cabe aos órgãos ambientais competentes exigir a utilização de indicadores biológicos na avaliação da degradação ambiental em estudos que são utilizados no licenciamento de empreendimentos, mas também no monitorando da qualidade ambiental.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que diversos grupos de organismos são utilizados como indicadores biológicos de degradação ambiental. Os organismos mais frequentemente citados como bioindicadores do estado de ambientes terrestres foram as formigas, de ambientes aquáticos foram os macroinvertebrados bentônicos e de poluição atmosférica foram os líquens.

Os artrópodes em geral ou grupos específicos de artrópodes, foram citados com elevada frequência nos trabalhos científicos como bons indicadores biológicos do estado de degradação de ambientes terrestres e também de habitats aquáticos, tanto de água doce quanto salgada. Por outro lado, várias espécies de plantas são usadas para avaliar a qualidade do ar, por meio dos danos que a poluição causa nos vegetais ou pelo acúmulo do poluente na planta.

Muitos dos organismos utilizados como bioindicadores proporcionam resultados confiáveis, rápidos e de baixo custo. Além disso, possuem vantagens em relação aos indicadores físicos e químicos. Assim, é importante que os órgãos públicos exijam a utilização de bioindicadores na avaliação da degradação ambiental e no monitoramento ambiental.

5. REFERÊNCIAS

Albuquerque PB (2007) As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental, RJ, Brasil. Monografia de conclusão de curso de ensino médio integrado ao ensino técnico de laboratório de biodiagnóstico em saúde.

Almeida CA (2015) Avaliação do potencial de acumulação de ^{210}Pb pela *Tillandsia recurvata* L. para fins de biomonitoração da qualidade do ar, Recife. Dissertação mestrado. Programa de pós-graduação em tecnologias energéticas e nucleares. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.

Almeida FS (2012) Formigas como engenheiras de ecossistemas: Influência sobre as características químicas do solo e a distribuição de sementes e plantas. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

Almeida WG (2009) Avaliação do potencial bioindicador e fitorremediador de *Salvinia auriculata aublet* na presença de cádmio e chumbo, Lavras. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ecologia aplicada. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais.

Alves, HSR (2007) Criação de instrumentos visando à conservação e recuperação ambientais na Área de Proteção Ambiental Costa de Itacaré/ Serra Grande, Bahia, Ilhéus. Dissertação de mestrado. Programa regional de pós-graduação em desenvolvimento regional e meio ambiente. Universidade Estadual de Santa Cruz. Bahia.

Andrade-C GM (1998) Utilizacion de las mariposas del tipo de habitat y su biodiversidade en Colômbia. Revista Acadêmica Colômbia 84: 407-421.

Andréia MM (2010) O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação do solo. Acta Zoológica Mexicana 2: 95-107.

Apro HP, Pereira SV, Rosal C, Souza MFL, Ferreira-Lamano M (2012) Avaliação dos parâmetros de crescimento em plantas jovens de *Phaseolus vulgaris* L. (feijão) expostas a poluição aérea da cidade de São Paulo. *Exacta* 10(1): 92-100.

Aquino FMS, Almeida RJ, Cunha BSRR, Lins AG (2011) Bioindicadores vegetais: uma alternativa para monitorar a poluição atmosférica. *Revista Internacional de Ciências* 1(1): 1-18.

Arias LRA, Buss FD, Albuquerque, Inácio FA, Freire MM, Egler M, Mugnai R, Baptista FD (2007) Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxico, *Ciência & saúde coletiva* 12(1): 61-72.

Balsan R (2006) Impactos decorrentes da modernização da agricultura Brasileira. *Revista de Geografia Agrária* 1(2): 123-151.

Baptista FD, Buss FD, Egler M (2003) Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos. In: Peres, F, and Moreira, Jc.,orgs. *É veneno ou é remédio? : agrotóxicos, saúde e ambiente*. Editora Fiocruz, p.157-175.

Braga LD (2008) Respostas da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) ao ecótono eucalipto-floresta secundária em três paisagens de Minas Gerais, Lavras. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ecologia aplicada. Universidade de Lavras. Minas Gerais.

Braga LD (2008) Respostas da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) ao ecótono eucalipto-floresta secundária em três paisagens de Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Ecologia aplicada. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG.

Bruchchen ML (2008) Qualidade do rio Criciúma, Santa Catarina, através da avaliação de toxicidade e genotoxicidade, utilizando *Artemiasp.eGeophagus brasiliensis* (Quoy; Gaynard, 1824) bioindicadores. Trabalho de conclusão de curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma.

Buch CA (2010) *Pontoscolex corethrurus* (Muller, 1857) e *Eisenia Andrei*, Bouché 1972, como bioindicadoras de solos contaminados por agrotóxicos. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ciência do solo. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

Buss FD, Roque OF, Sonodar CK, Junior MBP, Stefanos M, Imbimbo VRH, Kuhlmann LM, Lamparelli CM, Oliveira GL, Mollozzi J, Campos SCM, Junqueira VM, Ligeiro R, Moulton PT, Hamada N, Mugnai R, Baptista FD (2016) Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores no processo de licenciamento ambiental no Brasil. Biodiversidade Brasileira 6(1): 100-113.

Bution LM, Tango AFM, Caetano HF (2010) Intrinsic and extrinsic factors in the conservation of ants and their use as bioindicators. Arquivos do Instituto Biológico 77(1): 181-188.

Callisto M, Jr GFJ, Moreno P (2012) Invertebrados aquáticos como bioindicadores.

Callisto M, Moretti M, Goulart (2001) Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos 6 (1): 71-82.

Cardoso SA, Filho SPMS, Alves EA, Rocha CMC, Cunha CCM (2013) Fitoplâncton como bioindicador e eventos extremos na bacia do rio Una, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física 6(4): 697-710.

Carneiro RMA (2004) Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação enfermagem em saúde pública. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.

Coimbra CSR, Santos RC, Saraiva BV, Oliveira MM (2013) Biomarcadores como ferramentas na avaliação da qualidade do pescado contaminado com metais traço. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego 7(1): 153-172.

Cort DWCC, Ghisi CN (2014) Uso de alterações morfológicas nucleares em *Astyanax* spp. para avaliação da contaminação aquática. O Mundo da Saúde 38(1): 31-39.

Cort DWCC, Ghisi CN (2014) Uso de alterações morfológicas nucleares em *Astyanax spp.* Para avaliação da contaminação aquática. O Mundo da Saúde, São Paulo - 2014;38(1):31-39.

Costa RAG (2013) Bioindicadores da poluição do ar. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

Costa RW, Mineo FM (2013) Os líquens como bioindicadores de poluição atmosférica no município de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Revista eletrônica em gestão, Educação e tecnologia ambiental 13(13): 2690- 2700.

Correia FLM, Oliveira MCL (2009) Importância da fauna do solo para a ciclagem de nutrientes. Embrapa Agrobiologia, p. 77-99.

Cunha MHA (2005) Biomonitoramento da qualidade do ar em vertente do Lério- PE, e sua correlação com a ocorrência de doenças pulmonares. Dissertação de mestrado. Universidade de Pernambuco. Recife.

Diniz RC, Ceballos OSB, Barbosa LEJ, König A (2005) Uso de macrófitas aquáticas como solução ecológicas para melhoria da qualidade de água. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, Suplemento, p.226-230.

Disner RG, Rosanelli LM, Schafer MA, Zanela SM, Rossi ME, Gomes-Roza FM (2011) Avaliação Microbiológica da água e de macroinvertebrados bentônicos do rio Guamerim, município de São Miguel do oeste, SC. Unoesc & Ciência- ACBS 3(1): 27-36.

Eliasaro S, Veiga WP, Donha GC, Nogueira L (2009) Inventário de macrolíquens epífitos sobre árvores utilizadas na arborização urbana em Curitiba, Paraná, Brasil: Subsídio para biomonitoramento urbano. Revista Biotemas 22 (4): 1-8.

Fahl IAF, Cortez ATC (2004) Caracterização geográfica da dispersão do flúor, através de teores foliares, em espécies vegetais de interesse econômico, a partir do polo cerâmico de Santa Gertrudes- SP. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro (SP).

Faria LM, Alvarenga AJ, Abreu BC (2007) Monitoramento da fauna de macroinvertebrados bentônicos do ribeirão Ipanema- Ipatinga MG: Uma comunidade bioindicadora da efetividade de programas de despoluição de cursos d'água. 1(1): 130-139.

Fernandes SF, Alves SS, Santos FH, Rodrigues CW (2011) Staphylinidae e Silphidae (Coleoptera) como potenciais famílias bioindicadoras de qualidade ambiental. Revista eletrônica TECCEN 4(3): 17-32.

Ferreira EJP (2008) Biomonitorização da qualidade do ar. Caso-estudo na envolvente da fábrica de celulose do Caima. Dissertação de mestrado. Faculdade de ciências e tecnologia universidade Nova de Lisboa. Caparica-Portugal.

Ferreira T (2015) Biomarcadores enzimáticos e ecotoxicidade por cobre em *Eisenia andrei* (Bouché 1972). Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação do solo, área de concentração em organismos do solo e insumos biológicos a agricultura. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul.

Filho MOF, Pereira CE, Lima SE, Silva HN, Figueiredo BCR (2007) Influência de poluentes atmosféricos em Belo Jardim (PE) utilizando *Cladonia verticillaris* (Líquén) como biomonitor. Quim. Nova 30(5): 1072-1076.

Fioreze M, Santos PE (2013) Avaliação da qualidade do ar na área urbana de Frederico Westphalen, RS, através da determinação de Sr, Zr, Br, Cu e Zn em amostras de líquens. Tecnológica, Santa Cruz do Sul 17(2): 129-135.

Firmiano K, Ligeiro R, Callisto M (2015) Ephemeroptera (Insecta) como bioindicadores de condições ecológicas em riachos a montante de barramentos hidrelétricos. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, Porto Alegre: ABRH. 1: 27-30.

Florêncio T, Carraschi PS, Cruz C, Silva FA, Marquês MA, Piteli AR (2014) Bioindicadores neotropicais de ecotoxicidade e risco ambiental de fármacos de interesse para a aquicultura. Bol. Inst. Pesca São Paulo, 40(4): 569-576.

Furlan MC (1998) Efeitos da poluição aérea de Cubatão sobre o conteúdo de nitrogênio, fibras, ligninas e substâncias fenólicas foliares e atividade herbivórica em *Tibouchinapulchra* cogn. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo.

Gadelha QB, Ferraz PCA, Coelho AMV (2009) A importância dos mesembrinelíneos (díptera: calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. *Oecologia Brasiliensis* 13(4): 661-665.

García MHM, Rodriguez SF, López PM (2008) Los mamíferos salvajes terrestres como bioindicadores: nuevos avances en ecotoxicología. *Observatório Medioambiental* 11: 37-62.

Giacometti CJ, Bersosa F (2006) Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico* 6, Serie Zoológica 2: 17-32.

Goldas SC (2014) Distúrbio por fogo nos campos sulinos: artrópodes e hemíptera como bioindicadores. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ecologia. Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Gomes DS, Almeida FS, Vargas AB, Queiroz JM (2013) Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. *Iheringia, Série Zoológica*, 103(2):104-109.

Gomes FCE, Ribeiro TG, Souza TMS, Souto-Souza L (2014) Ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in three different stages of forest regeneration in a fragment of Atlantic Forest in Sergipe, Brazil. *Sociobiology* 61(3): 250-257.

Goulart CDM, Callisto M (2003) Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, o ano 2, nº 1.

Herrera FF, Cuevas E (2011) Artrópodos del suelo como bioindicadores de recuperación de sistemas perturbados. *Venesuelos*, 11(1-2): 67-78.

Ignácio FN (2014) Seleção de bioindicadores aquáticos pela toxicidade aguda e risco ambiental do inseticida fipronil, Jaboticabal. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal-São Paulo.

Iovine P (2012) Usando biomonitoramento para avaliar o impacto da poluição atmosférica no entorno de indústrias. Dissertação de mestrado. Programa de fisiopatologia experimental. Universidade de São Paulo. São Paulo.

Jamison LS, Robertson M, Engelbrecht I, Hawkes P (2016) An assessment of rehabilitation success in an African grassland using ants bioindicators. *Koedoe* 58(1): 10.4102/koedoe.v58i1.1383

Junior RN (2007) Coleopteros associados à degradação da madeira como indicador da qualidade ambiental. Monografia. Instituto de florestas da Universidade Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ.

Kaffer IM, Cárceres SE, Vargas FMV, Martins MAS (2010) Novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos para a região sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24(4): 948-951.

Kapusta CS (2008) Curso técnico em meio ambiente- Bioindicação ambiental. Programa escola técnica aberta do Brasil. 88p.

Kuipers GJH, Netten CJJ, Hendriks JA (2016) Explaining ecological quality by using variable vegetation densities in hydrological modeling. *Aquatic Botany* 133 (2016) 38–44.

Leivas TWF, Carneiro E (2012) Utilizando os hexápodes (Arthropoda, Hexapoda) como bioindicadores na Biologia da Conservação: Avanços e perspectivas. *Estud. Biol., Ambiente Divers.* 34(83): 203-213.

Leonardo L (2010) Utilização de líquens como bioindicadores de contaminação atmosférica por radionuclídeos naturais e metais em região impactada por tenorm. Tese de doutorado. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares. São Paulo.

Levêque M (1996) Monitoramento ambiental por meio de bioindicadores: uma cooperação franco-brasileira no estudo dos foraminíferos. França-flash Meio ambiente nº 9. Disponível: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:z2pYjTAWQ8IJ:www.cendotec.org.br/ffantigos/ff09m.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acessado 20 de outubro de 2016.

Lins NPAJ, Kirschnik GB, Queiroz SV, Cirio MS (2010) Uso de peixes como bioindicadores para monitoramento ambiental aquático. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient. 8(4): 469-484.

Longcore T (2003) Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub (California, U.S.A). Restoration Ecology Vol. 11 No. 4, pp. 397–409.

Macêdo MR, Souza SC, Medeiros CL, Costa SFD, Rocha MR (2012) Macrófitas aquáticas como indicadoras do status de conservação dos reservatórios no semiárido do Brasil- Um estudo de caso no açude Itans (Caicó- RN). Revista de biologia e ciência da terra. Volume 12.

Maioli GL, Santos MJ, Junior RCN, Cassini ATS (2008) Parâmetros bioquímicos foliares das espécies *Licania tormentosa* (BENTH.) e *Bauhinia forficata* (LINK.) para avaliação da qualidade do ar. Quim. Nova. 31(8): 1925-1932.

Maki SE, Shitsuka R, Barroqueiro HC, Shitsuka MD (2013) Utilização de bioindicadores em monitoramento de poluição. Macapá, V. 3, n.2, p. 169-178.

Martins AMS, Kaffer IM, Lemos A (2008) Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área termoeletrica, Rio Grande do Sul, Brasil. Hoehnea 35(3): 425-433.

Martins BHL (2004) Avaliação do impacto ambiental causado pelo efluente da indústria de polpa de celulosa e papel, *in situ*, utilizando o bioindicador *Oreochromis niloticus* (Tilápia). Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Martins EJ (2004) Acumulação e liberação de metais pesados por briófitas aquáticas. Dissertação de doutorado. Faculdade de engenharia da universidade do porto. Portugal.

Martins L, Almeida FS, Mayhé-Nunes AJ, Vargas AB (2011) Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 9(2): 174-179.

Matsumoto L, Marques D R (2015). Bioindicadores da qualidade do solo. In: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. (Org.). Reunião Paranaense de Ciência do Solo. p. 486-490.

Mazivieiro GT, Ferreira ALM, Coneglian-Reganhan CM, Oliveira-Caloto A, Almeida G, Neto- Oliveira AL (2011) Avaliação da genotoxicidade do material particulado na cidade de Limeira (SP) utilizando o teste de micronúcleo em *Tradescantiapallida* (TRAD-MCN). *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, v. 6, n. 1, 2011, 53-56.

Melo ST, Peres LCM, Andrade SRA, Oliveira TLM, Tinoco SM (2015) Artrópodes terrestres no licenciamento ambiental: um modelo para utilização por empresa de consultoria. *LAJBM* 6(3): 126-144.

Meneghini LR, Périco E, Musskopf LE (2012) Cobertura de líquens em árvores nativas seguindo um gradiente de urbanização na cidade de Estrela, RS. *Revista Ciências Ambientais* 6(2): 61 72.

Migliavacca DM (2009) Estudos dos processos de remoção de poluentes atmosféricos e utilização de bioindicadores na região metropolitana de Porto Alegre, RS. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em ecologia. Rio Claro- SP.

Monteiro RT, Oliveira GL, Godoy SB (2008) Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico bmwp' a bacia do rio meia Ponte- GO. *Oecol. Bras.*, 12(3): 553-563.

Moraes TF (2003) Heterogeneidade ambiental e lepidópterosfrugívoros (Lepidoptera: nymphalidae) como bioindicadores em áreas reflorestadas após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ciências – área de concentração: Entomologia. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.

Moreno P, Callisto M (2004) Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas (MG).

Moura MJ, Fernandes TA, Silva CJ (2012) Utilização de líquens como bioindicadores de poluição atmosférica na cidade Cuibá- MT.

Muller CC, Júnior AMD, Rodriguez-Raya MT (2007) Efeitos do NO₂ atmosférico *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae/ Papilionoideae) no campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Biociência 5(2-3): 45-51.

Nacfur PJ, Féboli A, Nogueira CD (2016) Bioindicadores de qualidade da água: Avaliação ambiental da terceira lagoa de Três Lagoas/ MS utilizando o método de biomonitoramento. Revista Conexão eletrônica 13(1): 1-8.

Nogarol RL (2009) Análise do potencial do diplópodo *Rhinocricus padbergi* exposto a substrato contendo lodo de esgoto por meio de estudos histológico e histoquímico do tubo digestivo. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro.

Nunes ARP, Doncato BK, Perazzo XG, Teloken F (2015) Insetos aquáticos bioindicadores: influência da piscicultura sobre um córrego pampeano brasileiro. Ciência e Natura 37(2): 230-240.

Oliva MA, Figueiredo JG (2005) Gramíneas bioindicadoras da presença de flúor em regiões tropicais. Revista Brasil. Bot., V.28, n.2, p.389-397.

Oliveira AM, Gomes FFC, Pires ME, Marinho SGC, Lucia DCMT (2014) Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. Revista Ceres 61: 800-807.

Oliveira C (2010) Características morfoanatômicas e fisiológicas na avaliação do potencial bioindicador e fitorremediador de *Pistia stratiotes* L. na presença de cádmio, chumbo e arsênio. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em agronomia. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais.

Oliveira MHL, Andrade AM, Paprocki H (2011) Biomonitoramento participativo, com insetos aquáticos como bioindicadores de qualidade da água, realizado com alunos da escola municipal José Pedro Gonçalves, comunidade do Parauninha, Conceição do Mato Dentro. *Ambiente e Educação* 16(2) 57-74.

Oliveira SVA, Araujo CC, Pereira BPT, Dantas OJ (2012) Biomonitoramento da qualidade de água no rio Poxim Açu, São Cristóvão, Sergipe. Disponível: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/3115> Acessado 24 de outubro de 2016.

Paciencia PG, Yokoyama E, Bispo CP, Bispo-Crisci LV, Takebe VI (2011) Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em corredeiras de riachos do parque estadual Intervales, Estado de São Paulo. *EntomoBrasilis* 4 (3): 114-118.

Paine, George H, Gaufin, Arden R (1956) Aquatic diptera as indicators of pollution in a Midwestern stream. *The Ohio Journal of Science* 56(5): 291.

Paniago GG, Sampaio CS, Rosa MD, Tessaro D, Maldaner AP, Model JK, Corrêa MM, Remor BM (2016) Ecotoxicidade da água residual de suinocultura usando minhocas *Eisenia andrei* como bioindicador. *Revista de Ciências* 39(1): 455-472.

Paula MT, Filho GS, Santos SB, Vieira MS, Conceição EO (2005) Influência do flúor sobre parâmetros químicos e bioquímicos de folhas de muruci (*Byrsonima crassifolia* [L] Rich). *Revista Ciências Agrárias* 43: 137-148.

Pedroso VNA, Alves SE (2008) Anatomia foliar das cultivares *Nicotianatabacum* L. (Solanaceae) sensível e tolerante ao ozônio. *Acta Botanica Brasilica* 22(1): 21-28.

Pereira ASCM (2012) Diversidade de libélulas (Insecta: Odonata) em área de vegetação natural no município de Barroso, Minas Gerais. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Lavras. Lavras- MG.

Pereira BB (2012) Biomonitoramento da qualidade do ar da cidade de Uberlândia por meio de ensaios citogenéticos com *Tradescantia*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG.

Pereira SPM, Queiroz MJ, Valcarcel R, Nunes-Mayhé JÁ (2007) Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. *Ciência Florestal*, v. 17, n. 3, p. 197-204.

Peres AJ (2009) Bovinos como bioindicadores da poluição ambiental por chumbo na região Guarapuava- PR. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em medicina veterinária. Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP.

Perry CT (2007) Avaliação do potencial bioindicador de *Psidiumguajavae* *Psidiumcattleianum* para avaliação da qualidade do ar em área industrial. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Piedras NRS, Bager A, Moraes RRP, Isoldi AL, Ferreira LGO, Heemann C (2006) Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. *Ciência Rural*, v.36, n.2, p.494-500.

Pimentel FM, Júnior SGCF, Santaella TS, Lotufo CVL (2011) O Uso de *Artemiasp.* como Organismo-Teste para Avaliação daToxicidade das Águas Residuárias do Beneficiamento da Castanha deCaju Antes e Após Tratamento em Reator Biológico Experimental.J. Braz. Soc. Ecotoxicol., v. 6, n. 1, 15-22.

Pina JM, Dias APS, Rinaldi MCS, Moraes RM (2007) *Psidium guajava* é sensível às concentrações de ozônio verificadas em São Paulo. *Revista Brasileira de Biociências*5(1): 42-44.

Quadros FA (2010) Os isópodos terrestres são boas ferramentas para monitorar e restaurar áreas impactadas por metais pesados no Brasil. *Oecol. Aust.*, 14(2): 569-583.

Ré MT (2007) O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas. Tese de doutorado. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Read LJ (1996) Use of ants to monitor environmental impacts of salt spray from a mine in arid Australia. *Biodiversity and conservation* 5, 1533-1543.

Ribas RC, Campos FBR, Schmidt AF, Solar CRR (2012) Ants as Indicators in Brazil: A Review with Suggestions to Improve the Use of Ants in Environmental Monitoring Programs. *Hindawi Publishing Corporation*, Article ID 636749, 23 pages.

Ribas RC, Schmidt AF, Solar CRR, Schoereder HJ, Valentim LC, Sanches PLA, Endringer BF (2007) Formigas podem ser utilizadas como bioindicadores de recuperação após impactos ambientais. *Biológico*, v.69, suplemento 2, p.57-60.

Ribeiro CA, Frenedozo CR (2011) Utilização dos táxons ephemeroptera, plecoptera, trichoptera (ept) e díptera na avaliação da qualidade da água em ambientes lóticos. Disponível: <http://www.mackenzie.br/fileadmin/Pesquisa/pibic/publicacoes/2011/> Acessado dia 27 de outubro.

Rossoni MD (2005) A utilização das descargas dos órgãos elétricos de *Apteronotus hasemani* e *Apteronotus bonapartii* (Apteronotidae: Gymnotiformes) como bioindicadores em ambientes aquáticos. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em biologia tropical e recursos naturais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus.

Sahm HL (2016) Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores em córregos urbanos no município de Bocaina. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em desenvolvimento territorial e meio ambiente. Centro Universitário de Araraquara. Araraquara.

Santos ELC (2013) Avaliação da qualidade do ar no parque do Itacolomi (Pei-MG) utilizando *Spondias dulcis* Forst. F. (Anacardiaceae) como organismo bioindicador. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em botânica. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-Minas Gerais.

Santos FM, Silva MGS, Ishikawa MM, Losekann EM, Zambom VG (2016) Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água em viveiros escavados com produção de tilápia.

Santos LO (2011) biomonitoração da qualidade do ar em decorrência da queima da cana-de-açúcar na reserva ecológica de Gurjaú-PE. Dissertação de mestrado. Programa pós-graduação em tecnologias energéticas e nucleares. Universidade Federal de Pernambuco. Recife-Pernambuco.

Santos MC, Oliveira CR, Roig LH, Júnior RJW (2014) Biomonitoramento passivo com casca de aroeira vermelha (*Myracrodruonurundeuva* Lorenzi Harri) para verificar a variabilidade espacial da poluição atmosférica em uma região do Distrito Federal, Brasil. EngSanitAmbient v.19 n.4, 453-460.

Santos MWE (2014) Formigas como bioindicadoras em diferentes áreas de cerrado no Sul do Tocantins. Dissertação mestrado. Programa de pós-graduação em produção vegetal. Universidade Federal do Tocantins. Gurupi-To.

Santos PE, Fioreze M, Kemerich CDP, Bento PA, Júnior CO (2014) Uso de líquens e das técnicas de espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva para monitoramento da qualidade do ar. Unesp, Geociências, v.33, n.1, p.61-72.

Santos RC (2008) Ácido delta aminolevulínico desidratase (alad) de tilápia no monitoramento do chumbo no ambiente aquático. Dissertação de mestrado. Escola Nacional de saúde pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro.

Schultheis-Pérez J (2010) Familias de isópodos terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) de Chile: sinopsis y clave de identificación. Boletín de Biodiversidad de Chile 4: 63-82.

Serrano BM (2007) Collembola como bioindicadores da qualidade do solo de áreas recuperadas da floresta Nacional da Saracá-Taquera, Porto Trombetas, PA. Dissertação de

mestrado. Programa de pós-graduação em biologia tropical e recursos naturais. Universidade Federal do Amazonas. Manaus.

Silva AR (2002) *Cladoniaverticillaris*(líquen), como biomonitor padrão da qualidade do ar no distrito de Jaboatão- PE. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em gestão e políticas ambientais. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Silva CC, Filho VCS, Douglas A, Alefe BVS (2012) Análise Estrutural de folhas de *Licania tormentosa* Benth. (Chrysobalanaceae) em áreas urbanas da cidade de Rio Verde, Goiás. Disponível: http://www.unirv.edu.br/graduacao_curso_sub.php?id=89. Acessado em 29 de outubro de 2016.

Silva GA (2004) Alterações histopatológicas de peixes como biomarcadores da contaminação aquática. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina. Paraná.

Silva GP, Silva GCF (2011) Besouros (insecta: coleoptera) utilizados como bioindicadores.Revista Congrega URCAMP, v. 5, n. 1, p. 1-16.

Silva LF, Talamoni BLJ, Bochini LG, Ruiz SS, Moreira CD (2009) Macroinvertebrados aquáticos do reservatório do rio batalha para a captação das águas e abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. Revista Ambiente e água- Na interdisciplinar jornal ofapplied Science: v. 4, n. 2.

Silva OKA, Pereira CMI, Silva HN, Filho-Motta OF, Pereira GCE (2014) Líquens utilizados como biomonitores da qualidade do ar no Parque da Jaqueira-Recife-Pernambuco.Geo UERJ25(1): 239-256.

Silva OV (2006) Sistemas produtivos, desenvolvimento econômico e degradação ambiental. Revista Científica Eletrônica de Turismo 5: 1-7.

Silva RR, Brandão FRC (1999) Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. Biotemas, 12 (2): 55-73.

Silva VAG (2010) Manual de avaliação e monitoramento de integridade ecológica, com uso de bioindicadores e ecologia de paisagens. Trabalho de pós-graduação em conservação e sustentabilidade do ESCAS.

Silvestre R, Silva RR (2001) Guildas de formigas da estação ecológica Jataí, Luiz Antônio-SP- sugestões para aplicação do modelo de guildas como bioindicadores ambientais. Biotemas, 14(1): 37-69.

Soares CS, Moraes ICM, Maciel JR, Magrani LC, Martins YT, Azevedo-de-Milward MA (2016) Uso de líquens como bioindicadores da qualidade do ar em Três Rios, RJ. Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. v. 5. p. 259-267.

Soares FJ, Ilha R, Zazycki AM, Bernades CCR, Mortari RS, Vasconcellos SJN (2014) Absorção de chumbo antrópico por populações de líquens do gênero *Usnea* em área industrial. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.13, n.5, dez. 2014, p.3831-3836.

Souza SWJ, Carvalho SVW, Souza AJ, Menezes RA, Guimarães PRC (2015) *Streblospio benedicti* (Annelida: polychaeta: spionidae) Laguna principal do canal do Parapuça como bioindicador da qualidade das águas do rio São Francisco, Sergipe, Brasil. Disponível: http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/ID_116.pdf. Acessado em 26 de outubro de 2016.

Spolidorio VM (2009) Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera, Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*). Dissertação de mestrado. Programa área de concentração: entomologia. Universidade de São Paulo. Piracicaba.

Tadiello RB, Costa AB, Lobo EA, Schuch M, Putzke J (2014) Utilização da *Tillandsia aëranthos* como bioindicadores de poluição atmosférica, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Revista Tecnológica v. 23, p. 85-98.

Teloken L (2013) Monitoramento do ozônio na cidade de Lajeado/RS com uso da *Nicotiana glauca* como bioindicador. Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário Univates. Lajeado.

Thomaz MS, Bini ML (2003) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá : EDUEM. 341 p.

Toledo FL (2009) Anfíbios como bioindicadores In: Neumann-Leitão, S. & El-Dier, S. (Orgs.) Bioindicadores da Qualidade Ambiental. Recife: Instituto Brasileiro Pró-Cidadania. P.. 196-208.

Tizado JE, Pérez-Núñez E (2012) Análisis de la restauración de dos escombreras de carbón en tremor de arriba (León) utilizando artrópodos terrestres como bioindicadores.

Valentim LC (2010) Formigas como bioindicadoras de impactos ambientais e de reabilitação de áreas após atividades de mineração. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Entomologia. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais.

Vicente RR (2012) A pesquisa no ensino de biologia: avaliação da qualidade do ar utilizando líquenes como bioindicadores. Trabalho de conclusão de curso. Universidade tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira. Medianeira.

Virgens CA, Castro LR, Cruz AMZ (2015) Alterações histológicas em brânquias de *Oreochromis niloticus* expostas o acefato, Difenconazol e Sulfluramida. Natureza on line 13 (1): 26-31.

Wink C, Guedes JVC, Fagundes CK, Rovedder AP (2005) Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. Revista de Ciências Agroveterinárias 4(1): 60-71.

Yeo K, Konate S, Tiho S, Camara KS (2011) Impacts of land use types on ant communities in a tropical forest margin (Oumé – Côte d'Ivoire). African Journal of Agricultural Research 6(2): 260-274.

Zakrzewski BS (2007) Conservação e uso sustentável da água: Múltiplos olhares- Erechim, RS: EdiFapes. 138p.

Zangirolami FG, Longo MR (2012) Macrofauna edáfica do solo e líquens como indicadores de degradação em remanescentes florestais urbanos.