

PRINCIPAIS ORGANISMOS UTILIZADOS COMO BIOINDICADORES RELATADOS COM USO DE AVALIADORES DE DANOS AMBIENTAIS

MAIN BODIES USED AS BIOINDICATORS REPORTED WITH USE OF ENVIRONMENTAL DAMAGE APPRAISERS

Roger Vinicius Bagliano
rogerbagliano@yahoo.com.br

Professor do Estado de Minas Gerais e professor/coordenador do curso técnico em Meio Ambiente do Instituto Francisco Savério Petanha de Araguari-MG.

RESUMO

Muitos organismos por terem eixos bilaterais (ou seja, ambos os lados idênticos) são usados para indicar mudanças do ambiente sendo chamados de bioindicadores por terem relacionamento direto com elementos abióticos e por isso tornando altamente sensíveis as perturbações humanas. Estresses ambientais são oriundos de ações antropogênicas podendo ser descrito como um estado que demanda energia para “tamponar” os seus efeitos levando a desestabilidade de funções regulares e simétricas dos organismos. A desestabilização por causas de estresse pode levar a mudanças sutis da simetria corporal. As diferenças dos lados esquerdos e direito de certas espécies com eixos bilateral levam a apresentar assimetria flutuante, levando a formas irregulares na morfologia corporal servindo como avaliação de estudo de impacto ambiental. Para embasar essas hipóteses foram revisados artigos científicos sobre esse tema para distinguir e verificar a melhor metodologia de avaliação de impacto ambiental aplicável à Assimetria Flutuante (AF) a diferentes espécies de organismos biológicos existentes.

Palavras-Chave: Eixo-Bilateral. Bioindicadores. Ações Antropogênicas. Assimetria Flutuante.

ABSTRACT

Many organisms to have bilateral axes (both sides identical) are used to indicate changes in the environment being called bioindicators for having direct relationship with abiotic elements and therefore becoming highly sensitive to human disturbance. Environmental stresses come from anthropogenic activities can be described as a state that requires energy to "buffer" the effects leading to destabilization of functions regular and symmetrical bodies. The destabilization causes of stress can lead to subtle changes in body symmetry. The differences of the left and right sides of certain species with axes lead to bilateral present fluctuating asymmetry, leading to irregular shapes in body composition assessment serving as environmental impact study. To support these hypotheses were reviewed scientific articles on the subject to distinguish and determine the best methodologies for environmental impact assessment applicable to fluctuating asymmetry (FA) to different species of biological organisms exist.

Key-words: Axis-bilateral. Bioindicators. Anthropogenic Actions. Fluctuating Asymmetry.

INTRODUÇÃO

A expressão "Assimetria flutuante" é usada para denominar todas as anormalidades morfológicas transmitidas pelos genes ou adquiridas por meio de contato com agentes nocivos. No entanto, alguns desses desvios da simetria corporal podem ser transmitidos por gerações esporádicas adquiridas pelos progenitores e passados para as proles, ou serem adquiridos pela exposição prolongada de perturbadores ambientais. Há pelo menos três espécies de assimetria do eixo bilateral de certas espécies descritas no meio científico, mas somente uma pode ser utilizada para descrever e avaliar impactos ambientais. As perturbações são causadas pelas variações térmicas, emissão de gases tóxicos, poluição hídrica, alteração química e física do solo, exposição à radiação, variação de alimentação e a exposição a ruídos. (LIJTEROFF, LIMA, PRIERI, 2008)

Em todo país verificamos uma evolução constante nos estudos de impacto ambiental isso se dá graças a pesquisas em relação ao aquecimento global, ilustrando novas tecnologias e metodologias aplicadas ao controle da saúde ambiental, carecendo, entretanto de uma metodologia totalmente eficaz (MOTTA; 2006 p. 27).

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, p.473).

O impacto ambiental e as ações antrópicas desde a Revolução Industrial¹ vem modificando e destruindo cadeias ecológicas, trazendo inúmeros prejuízos a natureza, carecendo de informações e ferramentas de biomonitoramento para análises ambientais sendo de difícil obtenção e avaliação dos efeitos da degradação do ambiente mostrando um grande desafio para a ciência atual (SILVA; VITAL; MARCO, 2007).

Nas discussões acadêmicas e políticas sobre as mudanças ambientais no planeta, as respostas para superar este quadro seriam a economia dos recursos naturais, inclusive com a utilização de novas tecnologias de extração e aproveitamento dos recursos, também de pesquisas que detalhem os efeitos já causados nos ecossistemas e técnicas novas para aferir o impacto ambiental. (MOTTA; 2006 p. 5).

¹ É importante ressaltar que o homem sempre causou impactos no ambiente, porém, após a Revolução Industrial esse impacto tornou-se mais significativo, tendo em vista a sua proporção.

A degradação ambiental ocorre, sobretudo, por motivação econômica (MOTTA; 2006 p. 6). As florestas são desmatadas para que produzam lucros com a venda de madeiras, jazidas são abertas a fim de extrair minerais, indústrias petroquímicas longamente 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.

“Em respostas a este desafio, uma disciplina esta sendo desenvolvida, integrando economia, ciência ambiental e política pública e ainda incluindo valores da diversidade biológica na análise econômica. Esta disciplina e conhecida como economia ambiental e o principal objetivo da economia ambiental é desenvolver métodos para avaliar os componentes da diversidade biológica.” (PRIMACK; RODRIGUES, 2001, p.66)

O crescimento econômico e a alta busca de recursos naturais colocam restrições orçamentária impondo à sociedade a necessidade de responder perguntas fundamentais relativas à proteção ambiental tais como: quais instrumentos deveríamos utilizar para atingir os objetivos econômicos? E, sobre recursos ambientais precisaríamos centralizar esforços, e esses seriam permanentes ou não? (MOTTA; 2006 p. 16).

As leis e diretrizes ambientais foram criadas para amenizar os efeitos dos impactos causados pela civilização 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 plausíveis ou não, algumas consequências imediatas são facilmente observadas pelos detritos gerados.

Muitos recursos naturais, tais como ar puro, água potável, qualidade do solo, biodiversidade e até mesmo as paisagens naturais e construídas (praças, parques, recantos e patrimônio civis) são considerados recursos de propriedade comum (PRIMACK; RODRIGUES. 2010), servindo para qualidade de vida e melhoria ambiental. Muitos desses bens públicos e naturais não têm qualidade necessária, pois são acometidos por poluições provenientes de final de processos industriais, comerciais e civis, que modificam a qualidade desses elementos.

Um ambiente bem preservado tem grande importância econômica, estético, e social. Manter o equilíbrio de todos os seus componentes em plenas condições sendo este o maior desafio da atualidade. Muitas espécies são características de ambientes estáveis, sendo adaptada a ambiente cuja perturbação é mínima, como espécies que sobrevivem nos interiores das florestas, recifes de corais, organismos de lagos cristalino e de grutas sendo altamente sucessíveis a qualquer modificação ambiental (PRIMACK; RODRIGUES. 2010).

Portanto, variações mínimas na temperatura, na precipitação, incidência solar, acidez do solo ou poluição atmosfera, são fatores determinantes para 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. (RICKLEFS, 2009, p.46).

“Um organismo se considera bioindicador quando apresenta alguma reação que pode ser identificada frente a diferenças ou alterações do meio em que vive, por exemplo, frente à contaminação do ar. Muitas espécies são incapazes de adaptar-se ecologicamente ou geneticamente da condição ambiental alterada, de modo que sua ausência é de feito um indicio de algum problema.” (LIJTEROFF; LIMA; PRIERI, 2008)

Algumas espécies podem servir como técnicas simples para substituição de equipamentos de detecção segundo Lijteroff; Lima; Prieri (2008 apud GARCÍA e RUBIANO 1984) entre os mais conhecidos espécimes 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.).

Vegetais são utilizados para avaliação de impactos ambientais por suas características nutritivas e fisiológicas, as raízes de plantas absorvem sais minerais e água, podendo estar contaminadas por metais pesados como o arsênio, o zinco e outros elementos tóxicos contidos no solo, essas estão sujeitas a grandes variedades de estresse que tendem a diminuir suas chances de sobrevivência.

De acordo com Santos (2011), vegetais tem maiores níveis fenotípicos do que os animais significado que os efeitos são mais aparentes e potencialmente mais fáceis e quantitativos de serem mensuráveis. Por sua vez as folhas e as raízes absorvem elementos tóxicos, esses compostos entram em seus tecidos fazendo alterações em sua morfologia e fisiologia mostrando os efeitos dos impactos ambientais em seu organismo (SANTOS 2011). Chuvas ácidas tendem ser um fator altamente prejudicial às coberturas vegetais, rios e lagos. Em leitos de rios e lagos as águas tendem a tornar mais ácidas levando aos organismos aquáticos a se adaptarem com outro nível de acidez, levando ao estresse dos seres aquáticos.

“Quando gases poluentes se dissolvem nas gotas de chuva, eles são convertidos em ácidos e causam precipitação ácida. Em áreas altamente industrializadas, o ph da chuva pode cair para um valor entre 3 e 4, o que é de 100 a 1000 vezes a acidez da chuva natural. As conseqüências da chuva ácida têm sido severas em algumas regiões do mundo.”(RICKLEFS, 2009, p.469)

Bioindicadores podem responder a contaminação por alterações de sua fisiologia, ou sua capacidade para acumular elementos ou substâncias. A resposta de cada organismo está fortemente influenciada pelas condições físicas, químicas e biológicas do ambiente (temperatura, umidade, ventos e radiação) assim como pelas condições fisiológicas, morfológicas estruturais e nutricionais. Estudos realizados de Marteleto; Lomônaco; Kerr (2004) sobre as interferências ambientais e adaptações dos organismos destacam “cada organismo é programado a responder para produzir um fenótipo pré-determinado, resistindo ou reagindo a distúrbios de natureza genética e/ou ambiental enfrentados durante o seu desenvolvimento” essa capacidade de resposta ao fenótipo de cada individuo é denominada “Homeostasia do Desenvolvimento (HD)”.

De acordo com o estudo realizado Bagatini (2007.p.6) “destaca que a estabilidade geométrica corporal é uma notável característica morfogênica embrionária, podendo ser considerado simétrico qualquer organismo que pode ser dividido ao longo de um eixo”, caso não aconteça o organismo é denominado assimétrico. Quando organismos são submetidos a perturbações antrópicas não obtendo “tamponamento” das intervenções do ambiente durante seu desenvolvimento, podemos verificar sinais de assimetria, sendo esses sinais indicadores na homeostasia do organismo, levando a irregularidades nas suas funções fisiológicas, morfológicas e adaptativas (GERMANOS. 2001). “Estresse pode ser descrito como um estado que demanda crescente de energia pelo organismo, levando a uma desestabilidade de suas funções regulares” (SANTOS 2011).

A hipótese que ocorre aumento da assimetria na superfície corporal conforme os ambientes em torno do organismo se tornem cada vez mais estressantes, devido ao gasto de energia para controlar a perturbação em seu entorno, levando ao desvio da manutenção do eixo da simetria bilateral. (SANTOS 2011).

Um das técnicas usualmente aplicadas para a verificação da influência dos fatores externos sobre o fenótipo dos indivíduos é denominado Assimetria Flutuante (AF), definida como pequenas alterações percebíveis entre os planos de simetria bilateral dos organismos (ISHINO, & ROSSI, 2007). Essas variações no fenótipo dos organismos podem determinar o estresse ambiental, através desses métodos é possível avaliar os efeitos dos agentes estressantes a uma espécie (SILVA, VITAL, & DE MARCO, 2007).

A AF serve como ferramenta na medição de séries de características em ambos os lados do indivíduo, para determinar se fatores externos afetam os desenvolvimentos do organismo e apresentar se determinado local proporciona perturbações ambientais (BAGATINI, 2007).

Assim a AF pode diagnosticar pequenas diferenças bilaterais no eixo do organismo, podendo mostrar por essas irregularidades os efeitos da instabilidade genotípica ou ambiental como características de estresse (LIJTEROFF; LIMA; PRIERI, 2008). Essas características como fonte de estudo pode determinar se os efeitos dos impactos causados pela população humana afeta o desenvolvimento dos organismos.

Tal ferramenta consiste na medição de uma série de características discretas e/ou contínuas, em ambos os lados do indivíduo de uma espécie, com o objetivo

de se avaliar se determinado fator estressante externo, afeta o desenvolvimento ortogenético do mesmo. (SILVA, D.P, VITAL, M.V. & DE MARCO, P.JR. 2007)

A AF pode ser adequada ao estudo por variantes do estresse ambiental como deficiência nutricional, infecções parasitológicas, ruídos, metais tóxicos e pesticidas no ar e na água, variações inóspitas da temperatura e contaminantes dos solos são fatores que afetam o desenvolvimento de espécies de indivíduos (BAGATINI, 2007).

A AF consiste em medição de características em ambos os lados dos indivíduos de uma espécie para avaliar se fatores externos afetam o desenvolvimento do organismo (SILVA, VITAL, & DE MARCO, 2007). A existência de três assimetrias duas dessas, a anti-simetria e a assimetria direcional não é utilizada para estudo de perturbações antrópicas.

Vale ressaltar nas pesquisas de Bagatini (2007) que a anti-simetria é a caracterização fenotípica facilmente encontrada pela frequência de organismo ter um dos lados mais desenvolvidos, sendo que essas características variam aleatoriamente dentro das populações. Exemplares encontrados dessa anti-simetria são populações de caranguejos com uma de suas pinças mais desenvolvidas do que a do lado oposto. (BAGATINI, 2007 citados por YAMAGUSHI, 1977, DAVIS, 1978).

A assimetria direcional fenotipicamente é caracterizada pelo desvio da simetria constante de um dos lados preferencialmente mais desenvolvido nesses casos notam padrões do desenvolvimento de conchas de alguns gastrópodes com suas aberturas preferencialmente em um dos lados e a migração dos olhos do linguado. Esses peixes nascem com um olho em cada lado de sua cabeça ao desenvolverem um dos olhos migram para um lado de sua cabeça aderindo a condições dextrógiras ou levógiras (BAGATINI, 2007, SANTOS, 2011)

Podemos inferir, com Ishino, Rossi (2007) que “a AF, uma pequena e aleatória variação da simetria em caracteres bilaterais” tornando atípicas em comparação com espécies em condições normais com eixos de simetria bilateral sendo essa uma variação. Temos, portanto, em condições naturais e normais de uma população a presença de simetria bilateral, sendo que apenas poucos indivíduos apresentam irregularidade na simetria bilateral. Esses indivíduos flutuantes com desvio de simetria bilateral são fontes de estudos da assimetria flutuante em relação aos impactos ambientais.

Sabe-se que a técnica de assimetria flutuante serve para avaliação física e/ou

química do ambiente impactadas por perturbações antrópicas modificando o genótipo ou fenótipo do organismo estando no meio inadequado para a espécie. O procedimento de assimetria flutuante serve para avaliar as espécies com anomalias assimétricas dentro de uma população com características simétricas bilaterais.

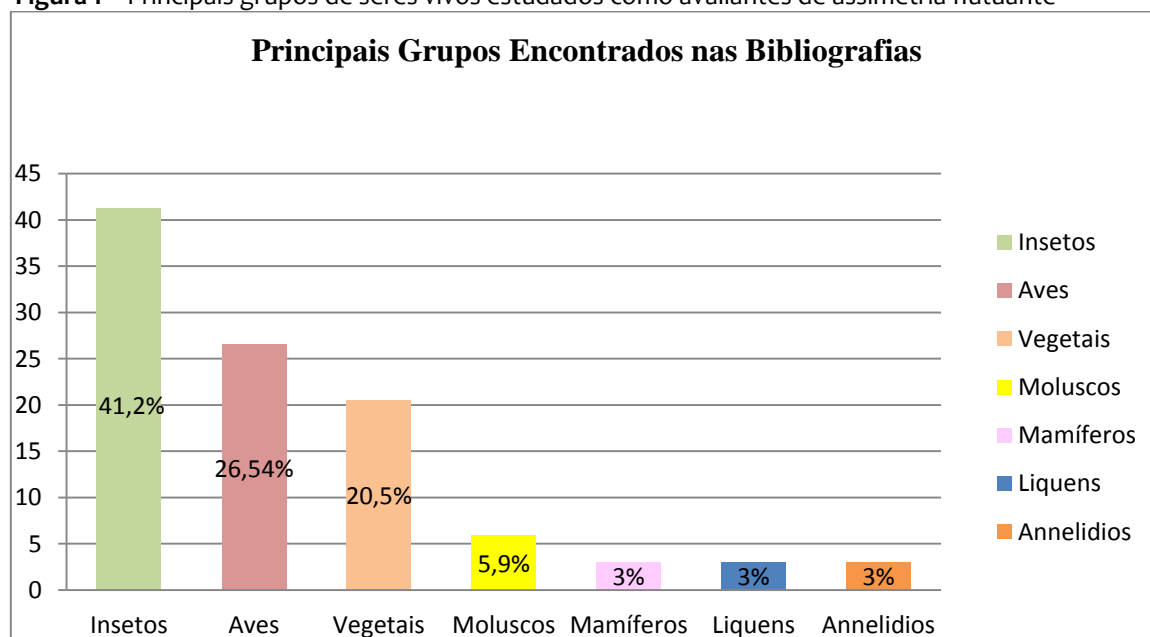
Os objetivos desse trabalho é realizar levantamentos metodológicos da assimetria flutuante como indicadores de impacto ambientais e quais são os organismos mais relatados nos estudos de Assimetria Flutuante.

A metodologia utilizada foi o levantamento bibliográfico de artigos científicos com o tema de Assimetria Flutuante e Bioindicadores. Justifica-se que a pesquisa de Assimetria Flutuante (AF) e bioindicadores esta sendo realizada em conjunto para demonstrar a interação existente dentro de organismo buscando evidenciar que ambas podem corroborar com o impacto ambiental advindo das ações humanas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho realizado foi através de levantamento e revisão bibliográfica dos artigos obtidos de assimetria flutuante, no período de agosto a dezembro de 2011, obtiveram-se os resultados dos principais divisões de organismos estudados para AF como avaliadores de impacto ambiental, que são expressos abaixo.

Figura 1 – Principais grupos de seres vivos estudados como avaliadores de assimetria flutuante



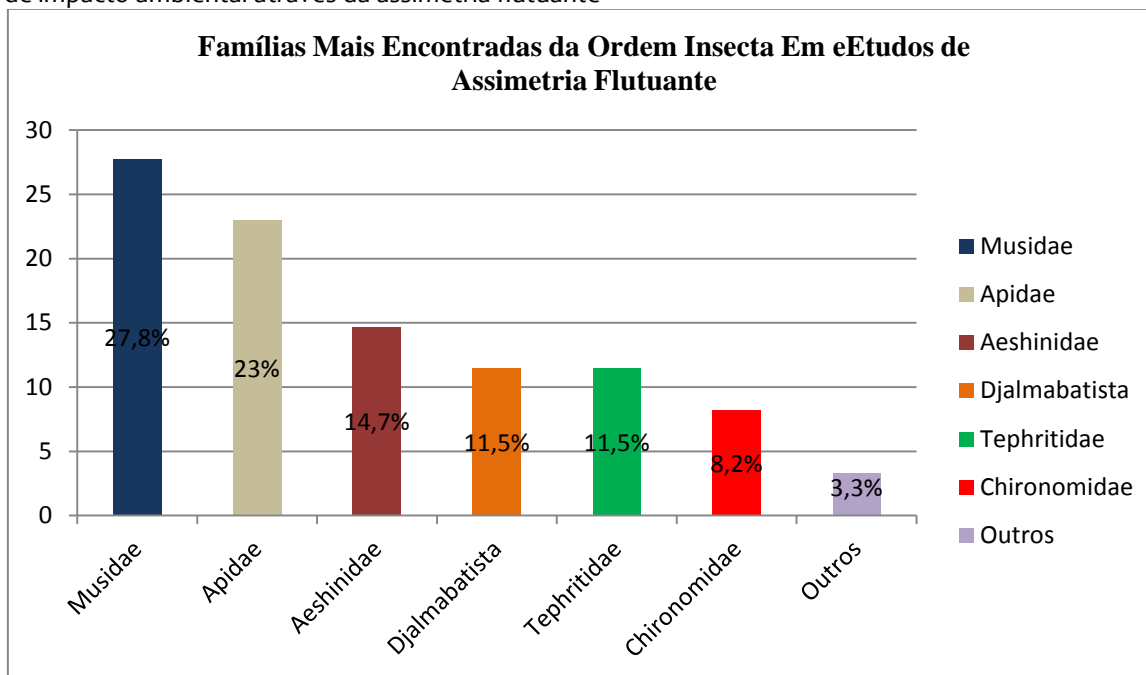
Fonte: Amaral (2011); Cavalheri et al. (2010); Ferreira et al. (2009); Giacomini et al. (2010); Ishino et al. (2007); Lijteroff et al. (2008); Kanegae et al. (2003); Lama et al. (2002); Marteleto et al. (2009); Queiroz et al. (2000); Santos (2011).

Em todos os seis grupos listados acima, todos foram registrados como avaliadores de impacto ambiental em relação à Assimetria Flutuante. Sendo os insetos os mais mencionados para determinar a assimetria flutuante em relação a ações perturbadoras como: alteração do Ph, alimentação, radiação, poluição sonora nas larvas e pulpas, alta incidência ou falta de luz em algum estágio da vida dos insetos.

Todos os trabalhos revisados consistem, em suas metodologias aplicações de separação dos organismos em amostragens diferentes uma contendo fatores ambientais favoráveis e outro com fatores desfavorecidos para validar seus experimentos. Em todas as referências relatadas todos os estudos de insetos foram expostos a condições extremas, sofrendo um desvio em alguma parte do seu corpo; do mesmo modo narrados à anatomia externa que mais sofreram alterações foram às asas e antenas. Os maiores estudos são sobre a mosca-domestica por ser de fácil acesso, e de fácil reprodução (AMARAL, 2011). Dos 41,2% dos insetos encontrados em todas as literaturas pesquisadas os mais encontrados para os estudos de assimetria flutuante foram abelhas, formigas, vespas, pulgões, moscas, mosquitos e libélulas. As principais famílias e subfamílias da

Ordem Insecta foram Aeshnidae, Apidae, Chironomidae, Muscidae, Djalmbatista, Aphididae, Polypedilum, Chronomus, Tephritidae, as principais ordens foram Diptera, Coleopeta, Ordonata.

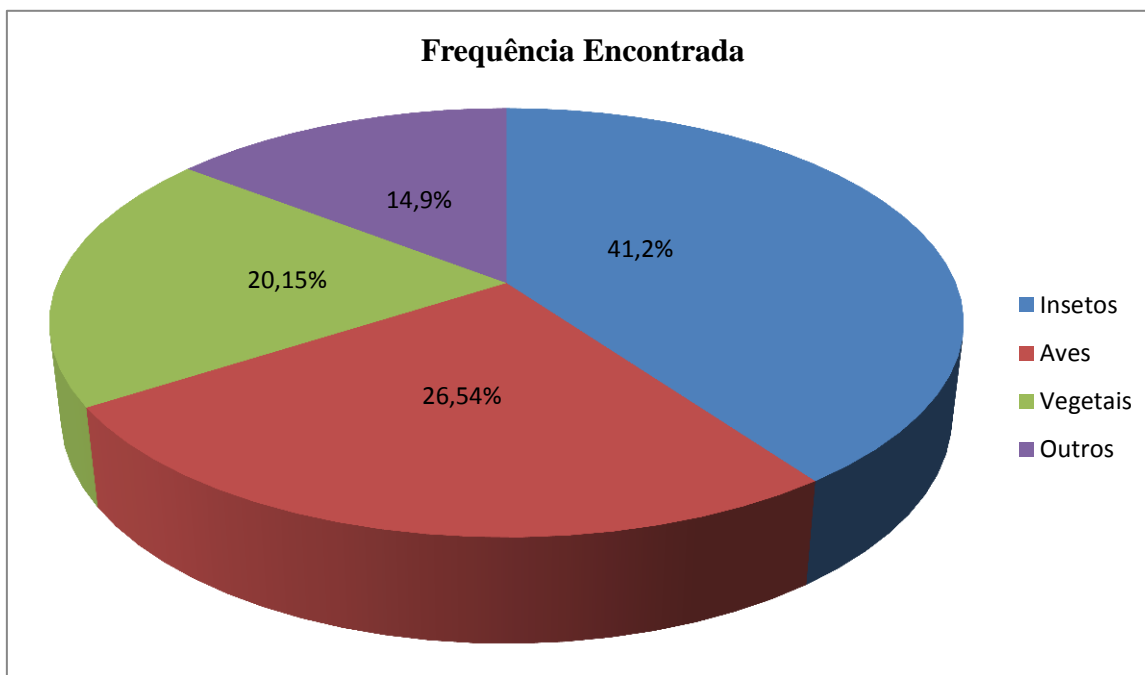
Figura 2 – Principais Famílias da Ordem Insecta encontradas nas bibliografias utilizadas para determinação de impacto ambiental através da assimetria flutuante



Fonte: Amaral (2011); Cavalheri et al. (2010); Giacomini et al. (2010); Ishino et al. (2007); Kanegae et al. (2003); Lama et al. (2002); Marteleto et al. (2009).

Em todos os levantamentos bibliográficos, foram registrados que o segundo maior grupo de estudo de verificação da AF foi o das aves, as espécies encontradas nas bibliografias foram as *Muencetes rufiventris*, *Chiroxiphia caudata*, *Habia rubica*, *Conopophaga melanops*, *Myobios barbatus*, *Myrmeaza loricata*, *Philyclor atricapillus*, *Schiffornis veeescens*. Em concordância com Azevedo (2009), Piratelli (2011), Andrade (2007), Lima (2002) e Silva (2011): o estudo de AF em aves é facilitado por elas serem visíveis a olho nu e as variações do eixo bilateral se dar mais nas penas, diâmetro das asas e da cauda e deformidade simétrica do bico. Outro grupo em destaque foi o reino vegetal ocupando a terceira posição dos seres mais utilizados para determinação de AF em alterações do meio ambiente.

Figura 3 – Frequência encontrada dos grupos estudados nas bibliografias.

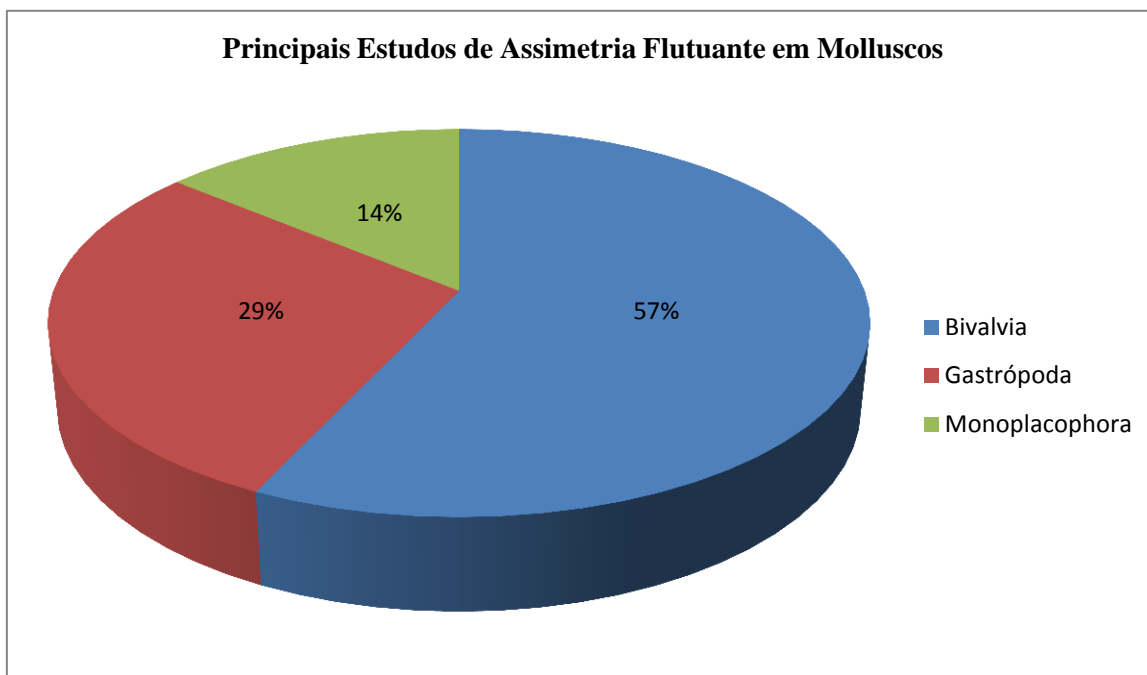


Fonte: Amaral (2011); Cavalheri et al. (2010); Ferreira et al. (2009); Giacomini et al. (2010); Ishino et al. (2007); Lijteroff et al. (2008); Kanegae et al. (2003); Lama et al. (2002); Marteleto et al. (2009); Queiroz et al. (2000); Santos (2011).

Os principais vegetais descritos na literatura são pertencentes das famílias Fabaceae, Anacardiaceae, Myrtaceae, Astiraceae, Caryocaraceae e Bombaceae, equivalendo que as plantas ocupam 14,9% dos casos mencionados nas literaturas. De acordo com a FIG. 3, moluscos correspondem a 5,9% dos estudos de assimetria flutuante, seguidos dos anelídeos, líquens e mamíferos 3% cada grupo.

De acordo com os estudos realizados Queiroz, Trivinho-Strixino e Nascimento os principais moluscos para o estudo de AF são das classes Bivalvia, Gastrópode e Monoplacophora. Concordando com Silva, Vital, & de Marco o estudo em bivalve são comumente por serem de fácil encontro e por mostrarem mais suscetíveis a mudanças climáticas, salinidades, Ph da água, alimentação e parasitismo. A figura 4 mostra a porcentagem relatada de estudos em moluscos.

Figura 4 – Frequência encontrada dos grupos estudados nas bibliografias



Fonte: Queiroz (2000)

Outros estudos foram notificados em líquens uma associação biótica entre fungos e algas altamente sensíveis a poluição atmosférica, estudos de Lijteroff, Lima, Prieri comprovou que a AF ou a não existência de líquens no ambiente demonstra que a área está totalmente corrompida pela poluição atmosférica, sendo estes úteis para determinar o grau do impacto ambiental. Outro estudo inédito foi o estresse ambiental em mamíferos em canídeos para determinar se ocorre AF em relação a perturbações como hídrica, alimentar e atmosférica de acordo com Vasconcelos (2009).

CONCLUSÕES

Segundo os pesquisadores Andrade, Tavares, Mahler o estudo de Assimetria Flutuante (AF) em relação à perturbação ambiental se dá mais em insetos, aves e vegetais, devido à maior facilidade de obter amostragem e de serem coletados. Os insetos existem em maior abundância no ambiente tendo ciclo de vida curto ajudando os

pesquisadores a descobrirem se fatores ambientais prejudicam seus genótipos servindo de avaliadores de impacto.

Em relação às aves fatores ambientais extremos aplicados diretamente sobre elas podem proporcionar anormalidades no eixo corporal; e o estudo em plantas se dá pela facilidade de se obterem amostras por serem cespitosas e serem altamente sensíveis a qualquer diferença nos padrões ambientais. Ou seja, se não fosse esse desvio do eixo corporal advindo por mudanças súbitas ou mudanças drásticas nos organismos não seria possível a avaliação da área perturbada, servindo como metodologia de verificação de ações antrópicas no meio ambiente.

Alguns trabalhos sobre AF mencionam a falta de estudos e informações adequados para as análises ambientais, principalmente em mamíferos. Entretanto, todos os trabalhos acadêmicos exibem matérias afirmando que todos os seres com simetria bilateral, não importando a classe, ordem ou qualquer dimensão sofre alterações do eixo corporal em exposições ambientais alteradas, podendo ser altamente visíveis ou microscopicamente visualizadas.

Quanto aos vegetais e insetos, por apresentarem um ciclo de vida curto são excelentes fontes de estudos para mapearem uma grande área para avaliação ambiental, sendo uma metodologia rápida e de baixo custo financeiro.

A AF, portanto, por ser uma nova técnica no meio acadêmico, demonstra ser uma prática de alto desempenho e veracidade que carece de estudos, alguns organismos servem como bioindicadores em frente a perturbações ambientais tanto em pequena escala, quanto em escala global.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. **Physical and biological dosimetry for risk perception in radioprotection**. Braz Arch Biol Technol., 48, Special: 229-234. 2011.

AMARAL, A., FERNANDES, T.S., CAVALCANTI, M.B. **Bioindicators in radiation protection**. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062001000200010>. Acesso em 18 .set. 2011.

AZEVEDO, R.B.R., A.C. James, J. McCabe & L. Partridge. **Latitudinal variation of wing-thorax size ratio and wing-aspect ratio in *Drosophila melanogaster***. Evolution 52: 1353-1362.

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.

ALMEIDA, M.A.M. **Coberturas naturadas e qualidade ambiental: uma contribuição em clima tropical úmido**. 2008. 152 f. Dissertação (Mestrado em conforto ambiental e eficiência energética) – Pró Reitoria de Pesquisa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008.

CAVALHERI, H.B, LIMA, A.S, ZANELATO, D, OLIVEIRA, O, CONDÉ, P. **Assimetria flutuante à infestação por galhas**. Disponível em <http://ecologia.ib.usp.br/curso/2010/pages/pdf/PO/relatorio/R_poliomielite.pdf> acessadodia 04.09.2011.

FERREIRA, S.F., DELGADO, M.N., GUERIN, N., BEDUSCHI, T. **Distribuição de plantas indicadoras de fertilidade de solos em diferentes fisionomias do Cerrado**. 2009. Disponível em <<http://www2.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/2009/Relatorios/FelipeMarinaNataliaTatiane-R1.pdf>> acessado 22.10.2011.

GERMANOS, C.L.E. **Ecologia , comportamento e bionomia: variações fenotípicas em *Musca domestica* L.(Diptera: Muscidae) em resposta à competição larval por alimentos**. 2001. 19 F. (Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2001.

GIACOMIN, L.L, SANTOS, L.S, AMARAL, J.H.F, FERNANDES, W.F. **Assimetria flutuante, alocação de recursos e herbivoria em *Baccharis dracunculifolia***. 2010. Disponível <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/604a.pdf>> acessado 05.08.2011.

ISHINO, M.N, & ROSSI, M.N. **Assimetria flutuante: indicativo de suscetibilidade ou tolerância à herbívora? Um estudo do padrão de herbivoria de um minador foliar em uma planta de cerrado**. In. Congresso de Ecologia do Brasil. VIII, 2007, p. 1-3

LIJTEROFF, R., LIMA, L., PRIERI, B. **Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica em la ciudad de San Luis, Argentina.** San Luis, v.3. n.1, p.3-6, octubre. 2008. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000200006&lang=pt> acessado 18.07.2011.

KANEGAE, A.P., LOMÔNACO, C. **Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sob diferentes temperaturas.** Neotrop. Entomol. vol.32 no.1 Londrina Jan./Mar. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2003000100005> acessado 23.07.2011.

LOPES, S. **Bio.** 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 271 p.

LAMA, M.A.D, GRUBER, C.V, GODÓY, I.C. **Heterozigiosidade e assimetria flutuante do numero de hámulos em operarias adultas de *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae).** Revista brasileira de Entomologia. 4 ed. N, 46, p. 591-595, agost./set. 2002.

MARTELETO, P.B., LOMÔNACO, C., KERR, W.E. **Resposta fisiológicas, morfológicas e comportamentais de *Zabrotes subscitatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) associados ao consumo diferentes variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*).** Neotrop. entomol; 178-185, mar-abr. 2009.graf, tab. Disponível em <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/604a.pdf>> acessado 19.07.2011.

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

ODUM, E.P. **Ecologia.** 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

ORIHUELA, R.L.L, OLIVEIRA, P.L, DIVAN, A.M.JR. **Bioindicação vegetal em área de refinaria – Assimetria flutuante de folhas de *Achinus terebinthifolius raddi* (Anacardiaceae).** Congresso de Ecologia do Brasil. Ed.7. 2005. Caxambus MG. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5403/000514676.pdf?sequence=1>> acessado 19.07.2011

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.** Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842008000200006&lang=pt>. Acesso em 19.09. 2011.

PRIMACK, R.B; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** 10.ed. Londrina: Planta, 2010.

QUEIROZ, J.R. TRIVINHO-STRIXINO, S. NASCIMENTO, V.M,C. **Organismos betônicos bioindicadores da qualidade das bacias do médio São Francisco.** 1ed. Embrapa: Ministério da Agricultura e do Estabelecimento. 2000. Disponíveis em

http://www.cnpa.embrapa.br/download/organ_betonicos.pdf. Disponível em 02.dez.2011

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

SANTOS, B. **Árvores de estuário apresentam assimetria flutuante foliar em resposta a estresse por salinidade?**. 2011 Disponíveis em <<http://www.google.com.br/#sclient=psy-ab&hl=pt->

BR&site=&source=hp&q=%C3%81rvores+de+estu%C3%A1rio+apresentam+assimetria+flutuante+foliar+em+resposta+a+estresse+por+salinidade%3F.&pbx=1&oq=%C3%81rvores+de+estu%C3%A1rio+apresentam+assimetria+flutuante+foliar+em+resposta+a+estresse+por+salinidade%3F.&aq=f&aqi=&aql=&gs_sm=e&gs_upl=2003l2003l0l2229l1l1lolololololollo&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.,cf.osb&fp=195f347593ad31ea&biw=1280&bih=685>. Acesso em 12.08. 2011.

SEINFELD J. **Contaminación Atmosférica. Fundamentos Físicos y Químicos**. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1978. 558 p.

SILVA, D.P., VITAL, M.V.C, & DE MARCO, P.JR. VIII Congresso de Ecologia do Brasil, In **Assimetria flutuante como ferramenta de bioindicação: os efeitos da cidade de Manaus (AM) sobre *Erythemis peruviana* (RAMBUR, 1842) (Insecta odonata) junto à bacia do rio Amazonas**, 5, 2007, Caxambu. **Anais...Caxambu:2007**.

VASCONCELOS, H.L. **Mudanças fitofisionômicas no cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na estação ecológica do Panga, Uberlândia, MG**. 2009. 268 F. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2009.