

## ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA GLOBAL EM BIOINDICADORES – UM PANORAMA DAS TENDÊNCIAS ESTABELECIDAS ENTRE OS ANOS 1998 A 2007

*Hélio Pinheiro de Andrade*<sup>1</sup>

*Flávia Melo Rodrigues*<sup>2</sup>

*João Carlos Nabout*<sup>3</sup>

**RESUMO:** Cresce cada vez mais o esquadramento de ambientes a partir do exame de bioindicadores a maior parte deles desenvolvidos a partir do sopesamento de certos grupos orgânicos (vegetais, artrópodes, peixes, mamíferos e moluscos) promovidos por pesquisadores norte-americanos e europeus. O presente trabalho promoveu uma análise cientométrica global de averiguações relativas à bioindicadores entre os anos de 1998 a 2007. Para tanto, fomentou-se um levantamento bibliográfico na base de dados do “*Thomson ISI*”, fazendo-se uso das palavras-chave “bioindicator”, “biological indicator” e “organism bioindicator”. Propõem-se um maior investimento de pesquisas neste campo de estudos em países emergentes com o intuito de obter-se um maior número de informações fidedignas acerca da atual situação de seus sistemas ecológicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** bioindicador, cientometria, espaço físico, Thomson ISI, bibliografia.

## GLOBAL SCIENOMETRIC ANALYSIS IN BIOINDICATORS – A SCENE OF THE TRENDS ESTABLISHED BETWEEN YEARS 1998 THE 2007

**ABSTRACT:** This is global a scientometric analysis of studies on bioindicators throughout 1998 to the 2007, relating the spaces where they had been used (place, regional or global). One became a bibliographical survey in the database of “*Thomson ISI*”, used the word-key, “bioindicator, biological indicator or organism bioindicator”. It is increasing studies with bioindicators, most developed by authors of U.S.A. and Europe. Works in place and regional scale had increased and global they had decreased. The used bioindicators more: vegetables, arthropods, fish, mammals and clams, 68% of the total identified. They consider a bigger investment of research with the subject in the emergent countries and development, bringing global and real information on current situation of the ecological systems of the planet.

**KEY WORDS:** bioindicator, scientometrics, physical space, Thomson ISI, bibliography.

## INTRODUÇÃO

<sup>1</sup> Especialista em Educação Ambiental pela PUC-GO. Mestre no MCAS da PUC-GO. Professor na Faculdade União de Goyazes (FUG). E-mail: [heliopin@gmail.com](mailto:heliopin@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Ciências Ambientais UFG (2005). Mestrado em Biologia UFG (2000). Graduação em Biomedicina UFG (1997). E-mail: [rflamelo@mail.com](mailto:rflamelo@mail.com)

<sup>3</sup> Pós-Doutorado (PNPD-CNPq) no Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese (UFG). Doutorado em Ciências Ambientais pela UFG (2009). Mestrado em Ecologia e Evolução pela UFG (2006). Graduação em Biologia UFG (2003). E-mail: [naboutjc@hotmail.com](mailto:naboutjc@hotmail.com)

É praticamente impossível desvincular o tripé estabelecido entre “homem/saúde/ambiente” (AUGUSTO, 2004). Em todo planeta torna-se incomum a existência de sistemas ecológicos que não tenham sido alterados por ações antrópicas – onde o corrompimento dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençóis freáticos e introdução de espécies exóticas não tenham resultado na diminuição da heterogeneidade de habitats e na perda de biodiversidade (GOULART & CALLISTO, 2003).

O progresso e crescimento de grandes centros urbanos (promovido a partir da degradação ambiental) têm diminuído paulatinamente a oferta de recursos naturais em virtude da superexploração de determinados insumos (GROFF, 2008). Consequências danosas, decorrentes da total desinformação e carência de expedientes – aliada às péssimas condições de vida da parcela “miserável” da sociedade, criam uma pressão cada vez maior sobre meio ambiente (LENAT & BARBOUT, 1994). Como resultado, observa-se, por exemplo, a transformação de ecossistemas aquáticos em grandes corredores de esgoto (ALBA-TERCEDOR, 1996). Em áreas onde se concentram moradias de nível sócio-econômico carente e com incidências de despejo de lixo, potencializando a veiculação de inúmeras doenças, incrementa enormemente o quadro de agravos sócio-sanitários-ambientais (ALMEIDA *et al*, 1993).

Recentemente, paralela aos avanços nos campos de publicações, pesquisas e procedimentos científicos, uma vertente metodológica cresce em ritmo bastante acelerado – tornando-se cada vez mais empregada (KLUMPP *et al.*, 2001). A Cienciometria, ramo de estudos que congrega informações oriundas de diversos campos do saber humano: biológico, matemático e tecnológico, objetiva, mediante a produção de indicadores quantitativos, produzirem dados que possam ser utilizados na avaliação do quadro de preservação ambiental das mais diversas regiões do planeta, bem como instrumentalizar a divulgação de informações para o desenvolvimento de ardis de captação de recursos financeiros e materiais que venham estabelecer prioridades e estratégias visando melhorar as políticas de saúde. (MUGNAINI *et al.*, 2004). Para BUFREM & PRATES (2005) a Cienciometria corresponde a todo conjunto de métodos quantitativos que tenham como fim

precípua a geração de dados úteis na produção de estratégias a serem empregadas na melhoria da qualidade de vida da população.

Bioindicadores, por serem capazes de revelar efeitos cumulativos de diferentes poluentes, constituem excelentes ferramentas de estudo na averiguação do impacto de atividades humanas no meio natural (GUIMARÃES *et al.*, 2002). Alterações de cunho genético, bioquímico, fisiológico, morfológico, ecológico ou comportamental num dado grupo orgânico podem revelar os efeitos atopetativos de diferentes poluentes no ecossistema – bem como a longevidade do processo antropizante e degradante (MENDONÇA, 1997).

Ostentando dados concretos, programas de vigilância e controle de contaminação ambiental podem ser instituídos (LIMA-RIBEIRO *et al.*, 2007). Nesse sentido, a utilização de bioindicadores em estudos ecológicos e epidemiológicos possibilita, de modo mais claro e preciso, a aferição da real situação de resguardo ambiental – proporcionando, assim, um conhecimento mais coeso dos níveis de toxicidade que um ambiente suporta (BÁLDI & McCOLLIN, 2003).

No presente trabalho, visualiza-se dados cienciométricos de países que realizaram estudos ligados a avaliação quantitativa de bioindicadores entre os anos de 1998 e 2007. Os grupos taxonômicos utilizados (bioindicadores) foram distribuídos levando-se em consideração os parâmetros de “localidade” e “temporalidade”. Os dados obtidos foram descritos numa avaliação estatística que, munida de recursos gráficos (tabelas), resultaram numa alteração de resultados.

Remates de trabalhos cienciométricos como este são de extrema importância por permitirem construir o “estado-da-arte” dos estudos sobre bioindicadores e, ainda, delinear estratégias eficazes que permitam restaurar a biodiversidade de ecossistemas severamente antropizados (BUFREM & PRATES, 2005).

## **MATERIAIS E MÉTODOS.**

O levantamento dos dados foi operado mediante a utilização do sítio “Thomson ISI” (*ISI Web of Knowledge e Science*), utilizando-se das palavras-chave “bioindicator”, “biological indicator” e “organisms bioindicators”.

O período considerado (1998 a 2007) foi estabelecido objetivando-se uma melhor visualização panorâmica, em termos de linha de tempo (década). A busca de informações mais próxima da atualidade teve como escopo a materialização de pareceres relevantes na elaboração de propostas de programas de monitoramento ambiental. Dados referentes à ocasião de 2008 não foram incluídos nesta pesquisa a fim de minimizar-se o risco de perda de informações que ainda não tenham sido anexadas ao sistema.

Devido à sua abrangência quanto ao número de publicações e qualidade das revistas científicas indexadas, os referenciais adquiridos foram tabulados e inseridos no programa “StatSoft – Statistica data analysis software system, version 7.1, para elaboração das tabelas e gráficos que permitiram uma melhor interpretação quantitativa e qualitativa das lavras inquiridas.

## RESULTADOS

O levantamento de dados revelou um total de 1775 trabalhos (distribuídos em 88 países) produzidos entre os anos de 1998 a 2007.

Na relação estabelecida entre o número de países que promulgaram pesquisas munindo-se de bioindicadores e a quantidade de publicações referentes ao tema, notou-se um ordenamento no padrão de crescimento entre as duas variáveis.

Dentre os 88 países analisados, Estados Unidos, Itália, Espanha, França, Brasil, Canadá, Alemanha, Austrália, Inglaterra e Polônia, destacaram-se como àqueles com maior número de publicações. Entre os vinte países com maior destaque, somaram-se um total de 1428 trabalhos – número correspondente 80% de toda campanha tabulada (Tabela 1).

**Tabela 1. Distribuição de pesquisas entre os 20 países com maior número de publicações a partir da análise de bioindicadores entre os anos de 1998 a 2007.**

País	Ano										TOTALS
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Estados Unidos	29	24	28	16	26	35	24	27	34	43	<b>286</b>
Itália	11	15	11	11	13	16	13	14	23	17	<b>144</b>
Espanha	9	15	8	12	9	6	15	15	22	15	<b>126</b>
França	10	7	10	5	10	11	20	13	26	12	<b>124</b>
Brasil	4	3	6	5	9	12	8	16	17	21	<b>101</b>
Canadá	8	17	7	12	8	10	8	11	9	9	<b>99</b>
Alemanha	9	15	7	5	9	13	6	11	7	8	<b>90</b>
Austrália	6	4	7	10	6	5	12	5	4	15	<b>74</b>
Inglaterra	7	5	5	6	3	8	5	5	7	5	<b>56</b>
Polônia	2	2	3	4	8	6	11	4	6	8	<b>54</b>
República Checa	2	2	3	7	1	5	5	3	3	6	<b>37</b>
Áustria	1	2	5	3	1	3	9	2	5	3	<b>34</b>
China	3	3	1	3	-	-	3	4	7	5	<b>29</b>
Portugal	2	-	2	-	3	-	2	6	5	9	<b>29</b>
Índia	2	-	3	2	2	4	1	4	5	4	<b>27</b>
Japão	-	2	-	3	2	7	2	4	2	5	<b>27</b>
África do Sul	2	-	1	4	6	1	2	4	3	2	<b>25</b>
Bélgica	3	3	2	2	2	1	4	4	3	-	<b>24</b>
Grécia	1	2	2	2	2	5	2	-	3	2	<b>21</b>
México		1	3	3	-	3	3	2	2	4	<b>21</b>
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>	<b>122</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>120</b>	<b>151</b>	<b>155</b>	<b>154</b>	<b>193</b>	<b>193</b>	<b>1428</b>

**Fonte : Thonson ISI (2008).**

Considerando a escala espacial dos exames instituídos, notou-se incremento no número de publicações anuais a predominância de labores desenvolvidos numa escala local e regional quando comparados àqueles promulgados em escala global.

Entre os 18 grupos taxonômicos definidos na coleta de dados, notou-se uma maior preposição de análises ambientais obtidas fazendo-se uso dos grupos orgânicos vegetal, artrópode, peixe, mamífero e molusco (Tabela 2).

**Tabela 2. Quantitativo de bioindicadores utilizados em estudos ecológicos entre os anos de 1998 a 2007.**

Bioindicador	Ano										TOTAL
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Vegetal	39	23	21	25	45	59	39	38	47	51	<b>387</b>
Artrópode	25	22	25	25	14	24	43	47	40	44	<b>309</b>
Peixe	15	15	24	16	21	23	13	25	25	42	<b>219</b>
Mamífero	12	16	12	8	24	10	14	13	11	38	<b>158</b>
Molusco	17	11	9	14		23	26	19	33		<b>152</b>
Alga	3	9	3	8	10	13	18	10	15		<b>89</b>
Bactéria	10	13	10	14	10	7	5	6	8		<b>83</b>
Ave	9	8	8	4	3	7	5	6	11	8	<b>69</b>
Protozoário		6	12	6	4	7	4	6	3	2	<b>50</b>
Líquén		9	6	3		1	7	9	13	1	<b>49</b>
Helminto		11	6	8	2	3	3	5	7		<b>45</b>
Anelídeo					3	6	5	1	8	17	<b>40</b>
Anfíbio	7	6	2	1	2	4	2	1	6		<b>31</b>
Celenterado				2		1	2		1	24	<b>30</b>
Fungo				3	11	4	3	3	2	3	<b>29</b>
Equinodermo		2	4	5		3	1	1	2	1	<b>19</b>
Réptil	1		1		1		1	2	3	3	<b>12</b>
Porífero					1			1	2		<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>138</b>	<b>151</b>	<b>143</b>	<b>142</b>	<b>151</b>	<b>195</b>	<b>191</b>	<b>193</b>	<b>237</b>	<b>234</b>	<b>1775</b>

Fonte : Thonson ISI (2008).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O uso de bioindicadores, especialmente para avaliação de impactos ambientais decorrentes da ação humana, é de grande valia para preservação de ecossistemas (CALLISTO *et al.*, 2004). Nesse sentido, a análise integrada dos resultados mostrou ser o Brasil um dos países que mais se destacam neste campo de pesquisas. Com base nos resultados obtidos, é possível inferir que a metodologia empregada para a obtenção, tratamento e representação dos dados, mostrou-se eficiente na espacialização da distribuição dos trabalhos produzidos, bem como na

interpretação dos relacionamentos destes com o ambiente natural e com os processos antrópicos. A compartimentação dos estudos investigados com base nos dados fornecidos pelo sítio *Thonson ISI* mostrou-se coerente com o conhecimento do meio físico, das condições de uso e ocupação do solo e do stress a que está submetido o ambiente natural. A cienciometria, apresentando uma visão sistêmica – identificando os reflexos no ambiente natural oriundos de alterações antropogênicas super-impostas – provou ser adequada enquanto método investigativo.

É imperativo que o conhecimento de um território se utilize de investigações que busquem estabelecer paisagens naturais e linhas de referência que identifiquem abundâncias e carências relativas de bioindicadores. Essa abordagem deve contemplar uma abrangência completa sob o ponto de vista da quantidade de organismos analisados, já que as relações entre os seres vivos e o ambiente natural (ou o alterado pelo homem), devem emergir da complexidade da base de dados disponível. Investigações ecossistêmicas dessa natureza (cienciométricas) devem sempre abordar o meio físico com uma ótica sistêmica, com a interação de profissionais de diversas especialidades e com o aporte de conhecimentos múltiplos, de modo a compor um quadro o mais completo possível – evitando interpretações baseadas apenas em uma especialidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA), Almería, v. 2, p. 203-13. ISSN: 84-784.

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

AUGUSTO, L. G. S. 2004. Saúde e ambiente. In: Ministério da Saúde. Saúde no Brasil – contribuições para a agenda de prioridades de pesquisa. Brasília: Ministério da Saúde.

BÁLDI A. & D. McCOLLIN. 2003. Island ecology and contingent theory: the role of spatial scale and taxonomic bias. *Global Ecology and Biogeography* 12:1–3.

BUFREM, L. & Y. PRATES. 2005. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 9-25.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. & P. MORENO. 2004. *Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores*. Belo Horizonte, MG.

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

GROFF, A. A. 2008. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*) como organismos bioindicadores do efeito genotóxico da radiação ultravioleta. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em biologia celular e molecular do centro de biotecnologia do estado do rio grande do sul. p 21.

GUIMARÃES, E. T.; DOMINGOS, M.; ALVES, E. S.; CALDINI, Jr. N.; LOBO, D. J. A.; LICHTENFELS, A. J. F. C. & P. H. N. SALDIVA. 2002. Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) with the *Tradescantia-micronucleus* (Trad-MCN) assay. *Environmental and Experimental Botany*, v.44, n.1, p,1-8.

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G. & A. FOMIN. 2001. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadores (EuroBionet). *Ver. Brás. Bot.*, n.4. supl., 511-518.

LENAT, D. R. & M. T. BARBOUT. 1994. Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid, cost – effective, water quality monitoring: rapid bioassessment. In: Coeb, S. L.; Spacie, A. (eds) *Biological Monitoring of aquatic systems*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida; p. 187-215

LIMA-RIBEIRO, M. S.; NABOUT, J. C.; PINTO, M. P.; MOURA, I. O.; MELO, T. L.; COSTA, S. S. & T. F. L. V. B. RANGEL. 2007. Análise cienciométrica em ecologia de populações: importância e tendências dos últimos 60 anos. *Maringá*, v. 29, n. 1, p. 39-47.

MENDONÇA, M. 1997. Indicadores de qualidade e produtividade – como medir a qualidade e produtividade de qualquer processo organizacional. *Linkquality*.

MUGNAINI, R; JANNUZZI, P. & L. QUONIAM. 2004. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 33, n.2, p. 123-131.