Publicações Sobre Efeitos de Pesticidas em Anfíbios no Período de 1980 a 2007

Katia Kopp[1], Nelson Roberto Antoniosi Filho[2], Maria Isabel Ribeiro Alves[2] & Rogério Pereira Bastos[1]

1. Departamento de Biologia Geral, ICB, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: kakopp@hotmail.com
2. Laboratório de Métodos de Extração e Separação (LAMES-IQ-UFG)

RESUMO

Nas últimas décadas, herpetologistas do mundo inteiro têm voltado sua atenção para um fenômeno documentado em escala mundial: o declínio de anfíbios. Muitos fatores foram atribuídos ao declínio, entre eles o uso de pesticidas. O objetivo desse trabalho foi fazer uma análise quantitativa temporal, por meio de uma abordagem cienciométrica dos termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian* desde 1980 até agosto de 2007. Para isso, foi feita uma revisão de títulos e resumos de trabalhos disponíveis no ISI Web of Science (Institute for Scientific Information) (1). Duzentos e vinte e nove trabalhos foram encontrados. A primeira publicação encontrada é de 1980, mas um aumento significativo no número de trabalhos publicados foi encontrado a partir de 1997. Isso pode ser explicado pelo fato das informações de diminuições e extinções aparecerem aceleradamente somente durante os anos 90. Os trabalhos foram publicados por autores de 27 países, mas 54% dos trabalhos foram desenvolvidos por autores que trabalham nos Estados Unidos (EUA), seguidos por autores que trabalham no Canadá (17%). A hegemonia dos EUA pode ser explicada pelo fato da maioria das revistas indexadas serem pertencentes a esse país e aos primeiros registros de declínios associados a pesticidas terem sido registrados em seu território. Apenas um trabalho foi publicado por autores principais trabalhando no Brasil, demonstrando que, apesar do intenso uso de defensivos químicos, pouco se tem investido em pesquisas sobre os efeitos dessas substâncias na fauna nativa de anfíbios. As publicações foram enquadradas em trinta áreas de conhecimento, indicando o caráter eminentemente interdisciplinar do assunto. No Brasil a agricultura ocupa cerca de 7% do território nacional e pouca ou nenhuma informação existe a respeito dos efeitos dos agrotóxicos sobre a fauna de anfíbios, tornando urgente o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os reais efeitos dos defensivos químicos sobre a fauna silvestre brasileira.

Palavras-chave: anfíbios, pesticidas, declínio, agricultura, cienciometria.

INTRODUÇÃO

Os anfíbios são componentes conspícuos da fauna vertebrada mundial. Atualmente existem 5.948 espécies reconhecidas com representantes encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres e de água doce, com exceção das regiões mais quentes e frias e as ilhas oceânicas mais remotas (2).

Durante a última década, o declínio de anfíbios tem emergido como um exemplo para a crise global da biodiversidade. Seis hipóteses primárias têm sido propostas para explicar o declínio de anfíbios: destruição do hábitat (3), (4), (5), (6), (7), uso de pesticidas (8), (9), (10), aumento da radiação UV-B (11), (9), mudanças climáticas (12), introdução de espécies exóticas (4), (13) e doenças (14), (15).

As informações sobre as diminuições e extinções apareceram aceleradamente durante os anos 90 e os meios de comunicação começaram a prestar atenção ao fato (14). A partir dessa data os cientistas também apresentaram uma preocupação maior em definir os possíveis fatores que estavam levando os anfíbios ao declínio e trabalhos importantes foram publicados (16), (17), (18), (19). Embora um grande esforço tenha sido feito para determinar as causas do declínio de anfíbios, ainda não se chegou a um consenso (20).

Young et al. (15), baseado na análise de 1.177 espécies de anfíbios ameaçadas, verificaram que os principais fatores de risco que afetam os anfíbios são, em ordem de grandeza, a perda de hábitat e os contaminantes químicos. A perda de hábitat é causada principalmente pela supressão da vegetação nativa para o cultivo de lavouras ou a criação de rebanho bovino. A agricultura afeta cerca de 87% das espécies ameaçadas.

Com o início da chamada “revolução verde”, a partir da década de 50, foram observadas mudanças no processo tradicional de trabalho agrícola, bem como seus impactos sobre o ambiente e a saúde humana. Novas tecnologias foram disponibilizadas para o controle de doenças, aumento da produtividade e proteção contra pragas, muitas delas baseadas no uso extensivo de pesticidas, também denominados agrotóxicos ou defensivos agrícolas (21).

Segundo Santana & Machinski Junior (22) a agricultura até os anos 80 no Brasil não possuía legislação sobre o uso de agrotóxicos. Dessa forma, o mercado livre e, muitas vezes, a falta de orientação aos produtores, que desconheciam a extensão do uso desses produtos químicos, levavam o agricultor a aplicar quantidades indiscriminadas sem o parecer de um técnico especializado.

No ano de 2001, o Brasil consumiu 328.413 toneladas de agrotóxicos (23) e apareceu em sétimo lugar no *ranking*, se considerarmos o consumo dos dez principais países consumidores de defensivos químicos. Os estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais contribuíram com aproximadamente 50% do montante utilizado no país nesse período (24).

Assim, levando em consideração a crescente utilização de defensivos químicos no Brasil e no mundo e considerando que a revisão de artigos científicos é considerada importante para o desenvolvimento da ciência, pois gera um panorama sobre o desenvolvimento de pesquisas para assuntos específicos no país, este trabalho teve como objetivo fazer uma análise quantitativa temporal, por meio de uma abordagem cienciométrica, do número de citações que os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian* receberam a partir de 1980 (ano em que artigos relacionados ao tema começam a ser indexados no ISI) até agosto de 2007.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando a rotina "General Search" do sítio ISI Web of Science, foi realizada uma busca de todos os trabalhos que citavam os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian* no título, resumo ou palavras-chaves. A busca foi realizada da seguinte forma: (fertilizer* OR herbicide* OR insecticide* OR pesticide*) AND amphibian. Essas palavras foram escolhidas devido a serem mais comumente utilizadas quando se trata de defensivos químicos.

Utilizou-se o asterisco depois de cada palavra para que a busca fosse feita com palavras no singular e plural e suas formas variantes. O operador de busca OR foi utilizado para encontrar registros que contivessem as palavras *fertilizer*, *herbicide*, *insecticid*e e *pesticide* ou ambas as palavras. O operador AND foi utilizado para encontrar registros que contivessem umas das palavras anteriores em associação com *amphibian*, palavra com a qual a busca foi relacionada.

As seguintes informações foram obtidas: a) ano de publicação, b) país da instituição onde trabalha o autor principal, c) país da publicação, d) tipo de documento, e) nome da revista, f) número de citações por ano, g) participação de cada continente no número de trabalhos publicados, h) área de conhecimento, e i) autores que mais publicaram sobre o tema.

Os resumos foram analisados a partir de 1980, primeiro ano de registro para o termo, até 16 de agosto de 2007, dia no qual o levantamento foi realizado.

RESULTADOS

No levantamento realizado foram encontrados 229 trabalhos utilizando os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian.* Dezesseis publicações não apresentaram resumo disponível.

O primeiro estudo realizado relacionando pesticidas com anfíbios é de 1980, porém somente a partir do ano de 1998 foi observado um aumento significativo no número de trabalhos publicados (Figura 1). O maior número de trabalhos publicados sobre o tema foi observado em 2005 (N=38). O baixo número de trabalhos em 2007 (N=13) pode ter ocorrido em razão de o levantamento ter sido realizado antes do término do ano.

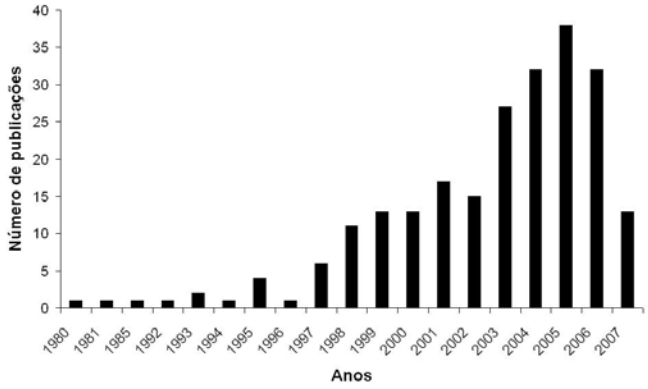

Figura 1. Número de trabalhos publicados (N= 229) no período de 1980 a 2007 com os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian.*

Apesar dos primeiros trabalhos sobre o tema terem sido publicados em 1980, apenas a partir de 1997 houve um incremento no número de citações das publicações. Nos anos de 2005 e 2006 houve o maior número de citações, com 611 e 678, respectivamente (Figura 2).

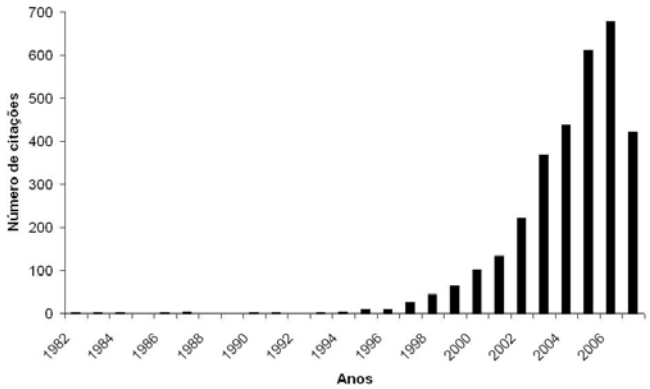

Figura 2. Número de citações por ano das publicações que contém os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian.*

Os trabalhos foram publicados por autores de 27 países (nesse parâmetro foi considerado o país onde o autor principal trabalha) (Figura 3). Porém, 54% dos trabalhos foram desenvolvidos por autores que trabalham nos Estados Unidos, seguido por autores que trabalham no Canadá (17%). Duas publicações não apresentaram informações claras sobre a localização da instituição onde trabalha o autor principal e por isso foram incluídas na categoria *sem dados* (sem informação). Apenas um trabalho foi publicado por autores principais trabalhando no Brasil.

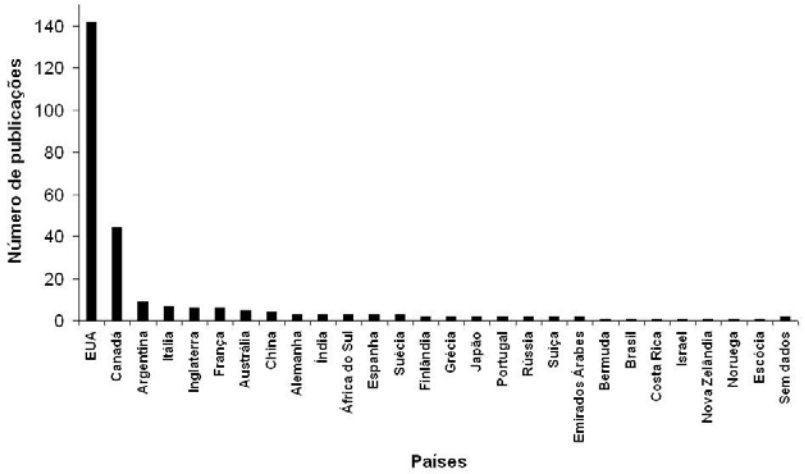

Figura 3. País da instituição onde trabalha o autor principal e número de trabalhos publicados. *Sem dados*: corresponde aos trabalhos nos quais o país da instituição em que trabalha o autor principal não pode ser determinado.

Quando se relaciona o número de publicações com o continente do país onde o autor principal trabalha, nota-se uma grande hegemonia da América do Norte. A Europa aparece em segundo lugar e a América do Sul em quarto lugar (Figura 4).

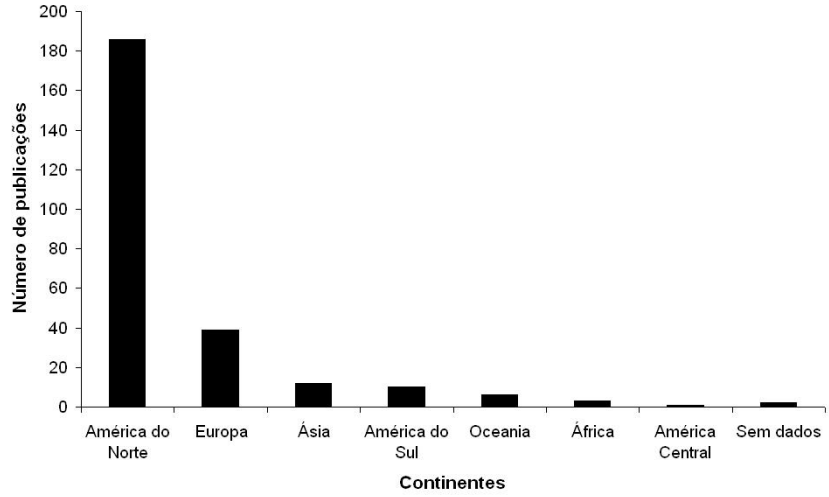

Figura 4. Número de publicações com os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian* por continente.

Em relação ao tipo de documento, a maioria dos trabalhos encontrados (N=212) foi apresentada em forma de artigo. Quatro outros tipos de documentos foram encontrados: revisão, carta, resumo e nota (Figura 5).

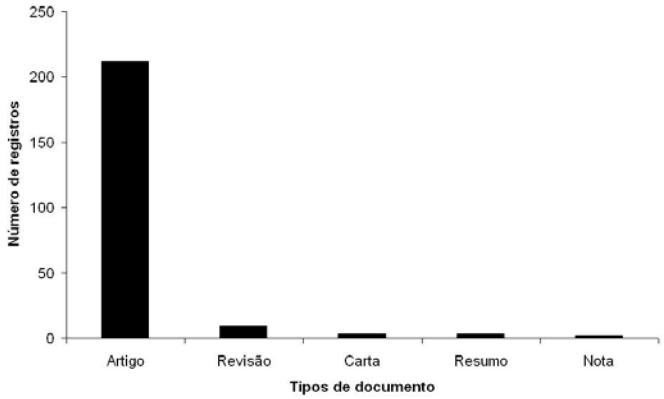

Figura 5. Tipos de documentos (N=229) com os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian.*

Os 229 trabalhos analisados foram publicados em 75 revistas diferentes. A maior parte dos trabalhos (N=156) foi publicada em 15 revistas principais, sendo que as 60 revistas restantes apresentaram menos de 3 artigos publicados (Figura 6). A revista americana ETC (Environmental Toxicology and Chemistry) apresentou 60 publicações, seguida pela também americana EA (Ecological Applications) com 19 publicações.

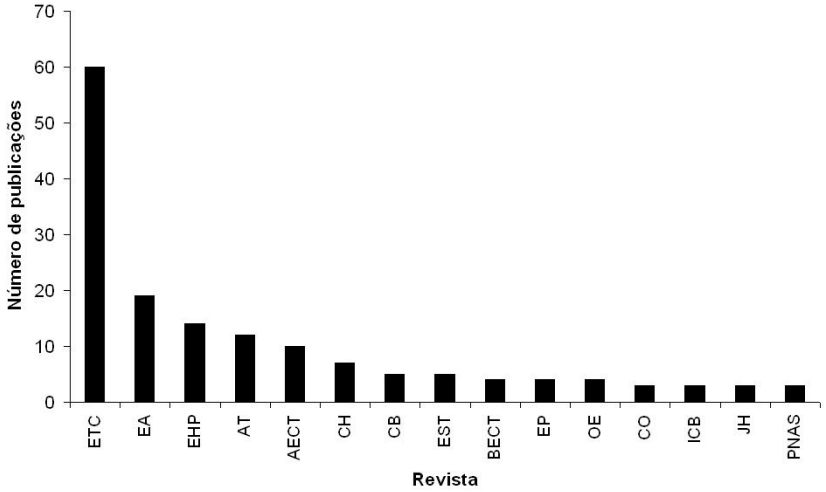

Figura 6. Principais revistas que publicaram com os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian.* ETC - Environmental Toxicology and Chemistry; EA - Ecological Applications; EHP - Environmental Health Perspectives; AT - Aquatic Toxicology; AECT - Archives of Environmental Contamination and Toxicology; CH - Chemosphere; CB - Conservation Biology; EST - Environmental Science &

Technology; BECT - Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology; EP - Environmental Pollution; OE - Oecologia; CO - Copeia; ICB - Integrative and Comparative Biology; JH - Journal of Herpetology; PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Foram consideradas apenas revistas que possuíam ao menos 3 publicações.

Em relação às áreas em que os trabalhos foram publicados, encontrou-se 30 áreas do conhecimento. Grande parte (87%) foi enquadrada em apenas uma área (Figura 7) e 13% foram publicados em mais de uma área de conhecimento (Figura 8).

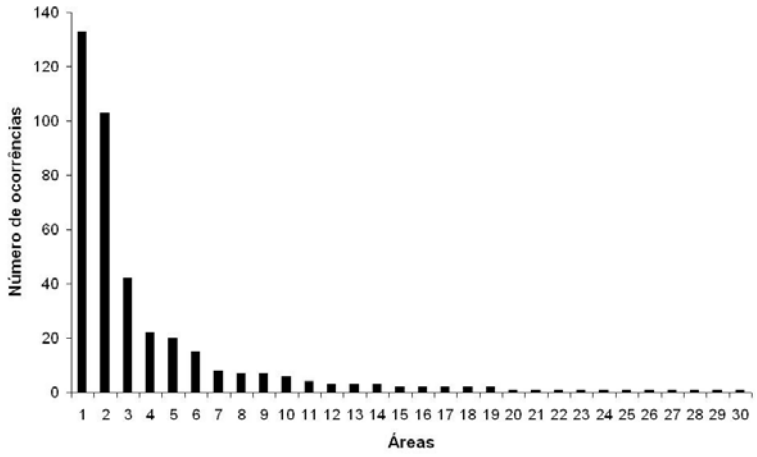

Figura 7. Número de ocorrências por áreas de conhecimento. 1 - Environmental Sciences; 2 - Toxicology; 3 - Ecology; 4 - Zoology; 5 - Public, Environmental & Occupational Health; 6 - Marine & Freshwater Biology; 7 - Biochemistry & Molecular Biology; 8 - Biodiversity Conservation; 9 - Multidisciplinary Sciences; 10 - Engineering, Environmental; 11 - Genetics & Heredity; 12 - Biology; 13 - Endocrinology & Metabolism; 14 - Evolutionary Biology; 15 - Developmental Biology; 16 - Fisheries; 17 - Parasitology; 18 - Physiology; 19 - Water Resources; 20 - Agriculture, Multidisciplinary; 21 - Biotechnology & Applied Microbiology; 22 - Cell Biology; 23 - Entomology; 24 - Immunology; 25 - Limnology; 26 - Medical Laboratory Technology; 27 - Neurosciences; 28 - Pharmacology & Pharmacy; 29 - Reproductive Biology; 30 - Veterinary Sciences

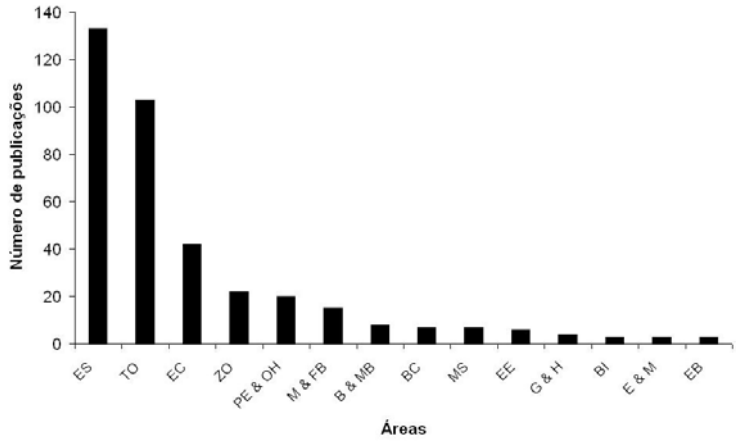

Figura 8. Principais áreas em que as publicações foram enquadradas. Foram consideradas apenas áreas que ocorreram ao menos 3 vezes.

Vinte e seis autores dominaram as publicações sobre o tema. O autor que apresentou o maior número de publicações foi o norte-americano M. D. Boone. Em segundo lugar quanto ao número de publicações aparecem os também norte-americanos C. M. Bridges, R. A. Relyea e R. D. Semlitsch que publicou todos os seus trabalhos em colaboração com outros autores. Cinco dos 26 autores apresentaram publicações individuais (Figura 9).

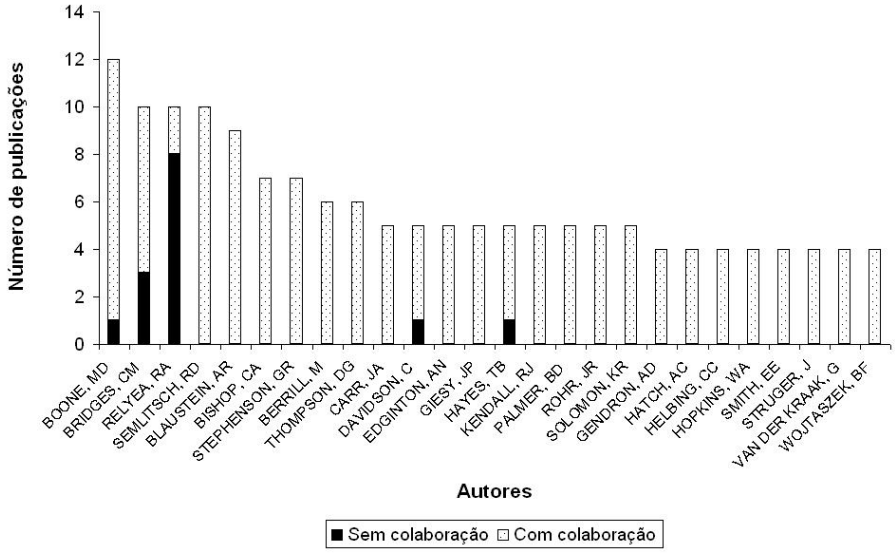

Figura 9. Número de trabalhos publicados pelos principais autores, sozinhos ou em colaboração. Foram considerados apenas os autores que tiveram no mínimo 4 publicações.

DISCUSSÃO

A pesquisa realizada no ISI Web of Science (Institute for Scientific Information) encontrou 229 trabalhos com os termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian.* No entanto, como para esse estudo apenas os periódicos indexados no ISI foram utilizados e somente os títulos, resumos e palavras-chave foram analisados, trabalhos provenientes de outras bases de dados e de circulação mais restrita podem não ter sido computados. Se trabalhos de outras bases de dados forem incluídos nessa análise, podemos ter mudanças significativas nos resultados. Portanto todas as conclusões estão sujeitas a essa limitação.

Os trabalhos publicados no ISI baseados nos termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian* demonstram que os Estados Unidos são o maior gerador de produção científica sobre o tema, representando 54% do total de publicações.

O primeiro trabalho indexado no ISI sobre o tema é de 1980, mas somente a partir de 1997 houve um incremento no número de publicações. Uma explicação plausível para as publicações sobre o tema terem sofrido esse aumento na década de 1990 foi a descoberta, a partir de 1989 (durante o primeiro Congresso Mundial de Herpetologia realizado na Inglaterra), de que os anfíbios estavam sofrendo declínios mundiais (25, 26).

As informações de diminuições e extinções apareceram aceleradamente somente durante os anos 90 e os meios de comunicação começaram a prestar atenção ao fato (14), o que, aliado à preocupação crescente com os níveis de contaminação ambiental e ao desenvolvimento de pesquisas ecotoxicológicas, pode ter causado um aumento significativo das publicações a partir dos anos 2000.

Além disso, o aumento das áreas cultiváveis mundialmente e do conseqüente aumento no uso de defensivos químicos, levou a uma preocupação crescente dos cientistas em verificar o efeito dessas substâncias sobre a fauna silvestre. No Brasil, dados obtidos no banco de dados do IBGE (Sidra - disponível em http://www.ibge.gov.br) indicam que a área ocupada pela cultura da soja tem aumentado enormemente no país, passando de aproximadamente 12 milhões de hectares cultivados em 1990 para mais de 16 milhões de hectares em 2002.

Segundo o Anuário Estatístico do Agronegócio (27), mesmo considerando que a tecnologia tem aumentado a produtividade, que passou de aproximadamente 2,5 toneladas por hectare em 1995 para 2,9 toneladas por hectare em 2002, a área plantada tem aumentado em uma proporção muito maior.

Com o aumento das áreas cultivadas, aumentou também a utilização de agrotóxicos. No Brasil o consumo de defensivos agrícolas passou de 27.728,8 toneladas em 1970 para 80.968,5 toneladas dez anos depois, fenômeno estreitamente relacionado à expansão do cultivo da cana-de-açúcar e da soja. De 1970 a 1991 houve um aumento acumulado de 117,06% (em toneladas) de ingredientes ativos de defensivos químicos. O Brasil ocupa o sétimo lugar mundial no uso de defensivos agrícolas por hectare de terra cultivada, usando em média 3,2 kg/ha (23).

O aumento do nível de contaminantes ambientais (28) aliado à incerteza sobre o real efeito desses contaminantes sobre os anfíbios (20), assim como o declínio global de espécies (15), pode ter levado a um maior interesse de cientistas de várias nacionalidades a realizarem trabalhos sobre o tema. Isso pode ser claramente observado na análise dos resultados. No entanto, apesar de 27 países publicarem trabalhos sobre o tema, apenas um (EUA) domina o número de publicações. O mesmo ocorre em relação ao país da revista de publicação, mas é importante ressaltar que esses resultados podem estar sendo prejudicados por um viés, já que a maioria das revistas indexadas é pertencente a esse país.

Outro fato que deve ser levado em consideração ao se observar a hegemonia dos Estados Unidos na publicação de trabalhos sobre o assunto é o fato de os primeiros anfíbios com severas malformações nos membros terem sido encontrados em Minnesota (29). Desde então, elevadas taxas de desenvolvimento anormal tem sido encontradas em grande parte dos Estados Unidos e Canadá (30) e relacionadas, dentre outros fatores, aos pesticidas.

Esse fato, aliado ao grande número de revistas americanas indexadas no ISI, pode explicar também a hegemonia da América do Norte quando se considera o número de publicações por continente. A Europa, que aparece em segundo lugar no número de publicações, também teve casos de declínios de anfíbios detectados há muitos anos (31).

Segundo Salvador et al. (32), artigos são reconhecidos pelos historiadores da ciência e pelos pesquisadores como a principal forma de expressão científica. No presente trabalho isso foi confirmado devido à alta freqüência desse tipo de documento.

Em relação às áreas de conhecimento nota-se que o tema pesquisado se enquadra em trinta áreas (Figuras 7 e 8), indicando o caráter interdisciplinar do assunto e demonstrando que estudos nos quais múltiplos fatores podem influenciar os resultados das pesquisas exigem colaboração de profissionais de várias áreas e não se enquadram em apenas uma área de conhecimento. Esse é o caso do declínio de anfíbios, no qual vários fatores são considerados responsáveis pelo desaparecimento de espécies (19, 15).

Dos 26 autores que apresentaram mais de quatro publicações, 14 estão situados em instituições localizadas nos EUA e 12 no Canadá. Isso pode ser devido ao fato de os primeiros registros de declínios de anfíbios e a sua relação com pesticidas terem sido estabelecidos primeiro nesses países (16, 17, 33, 26, 34). No Brasil apenas um trabalho (35) de revisão foi publicado relacionado ao tema, demonstrando que, apesar do intenso uso de defensivos químicos, pouco se tem investido em pesquisas sobre os efeitos dessas substâncias na fauna nativa de anfíbios.

O objetivo desse trabalho foi realizar uma análise cienciométrica dos termos *fertilizer*, *herbicide*, *insecticide* ou *pesticide* e *amphibian* de 1980 até agosto de 2007. Estudos desse tipo são muito importantes, pois fornecem dados quanto aos aspectos quantitativos referentes à geração, propagação e utilização de informações científicas, e são relevantes para medir a produção científica de um país, de uma comunidade científica ou de uma instituição (36).

A capacidade de julgar a posição de uma nação científica é vital para os governantes e empresários, que decidem prioridades científicas e angariam fundos para essas prioridades (37). Além disso, esse tipo de trabalho pode servir para ajudar a legisladores e administradores da ciência a desenvolver políticas satisfatórias e encorajar pesquisas relacionadas aos efeitos dos pesticidas sobre os anfíbios no Brasil.

Levando-se em consideração que o território brasileiro tem cerca de 850 milhões de hectares, dos quais a agricultura ocupa cerca de 7%, a metade com soja e milho (38), e que, pouca ou nenhuma informação existe a respeito dos efeitos dos agrotóxicos no Brasil, faz-se urgente o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os reais efeitos dos defensivos químicos sobre a fauna silvestre brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ISI. Institute for Scientific Information <http://isi1.isiknowledge.com/portal.cgi> Acessado em 16 de agosto de 2007.
2. D. R. Frost, et al.,The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of the Natural History* **297**, 1-370 (2006).
3. L. Fahrig, J. H. Pedlar, S. E. Pope, P. D. Taylor, J. F. Wegner, Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation* **73**, 177-182 (1995).
4. M. J. Adams, Correlated factors in amphibian decline: exotic species and habitat change in western Washington. *Journal of Wildlife Management* **63**, 1162-1171 (1999).
5. D. M. Marsh, P. B. Pearman, Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of Leptodactylid frogs in an Andean montane forest. *Conservation Biology* **11**, 1323-1328 (1997).
6. C. C. Vos, J. P. Chardon, Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor grog *Rana arvalis*. *Journal of Applied Ecology* **35**, 44-56 (1998).
7. C. Davidson, H. B. Shaffer, M. R. Jennings, Declines of the California red-legged frog: climate, UV-B, habitat, and pesticides hypotheses. *Ecological Applications*, **11**(2), 464-479 (2001).
8. K. R. Lips, Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology* **12**, 106-117 (1998).
9. A. C. Hatch, A. R. Blaustein, Combined effects of UV-B, nitrate, and low pH reduce the survival and activity level of larval cascades frogs (*Rana cascadae*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **39**, 494-499 (2000).
10. C. M. Bridges, R. D. Semlitsch, Variation in pesticide tolerance of tadpoles among and within species of Ranidae and patterns of amphibian decline. *Conservation Biology* **14**(5), 1490-1499 (2000).
11. A. R. Blaustein, J. M. Kiesecker, D. P. Chivers, R. G. Anthony, Ambient UV-B radiation causes deformities in amphibian embryos. *Proc Natl Acad Sci USA* **94**, 13735-13737 (1997).
12. J. A. Pounds, M. P. L. Fogden, J. H. Campbell, Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* **398**, 611-615 (1999).
13. R. A. Knapp, K. R. Matthews, Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. *Conservation Biology* **14**, 428-438 (2000).
14. L. Berger, et al., Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **95**, 9031-9036 (1998).

15. B. E. Young, S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox, T. M. Boucher, *Joyas que están desapareciendo: el estado de los anfibios en el Nuevo Mundo*. (NatureServe, Arlington, Virginia, 2004).
16. M. Barinaga, Where have all the froggies gone?. *Science* **247**, 1033-1034 (1990).
17. D. B. Wake, Declining amphibian populations. *Science* **253**, 860 (1991).
18. S. J. Richards, K. R. McDonald, R. A. Alford, Declines in populations of Australia's endemic tropical rainforest frogs. *Pacific Cons. Biol* **1**, 66-77 (1993).
19. A. R. Blaustein, D. B. Wake, W. P. Sousa, Amphibian declines: judging stability, persistence and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conserv. Biol*. **8**, 60-71 (1994).
20. C. Davidson, H. B. Shaffer, M. R. Jennings, Spatial tests of the pesticide drift, habitat destruction, UV-B, and climate-change hypotheses for California amphibian declines, *Conservation Biology* **16**, 1588 (2002).
21. F. Peres, B. Rozemberg. É veneno ou é remédio? - os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos. In: *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, Saúde e Ambiente*, F Peres, J.C. Moreira, Eds. (Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2003), p. 327-346.
22. E. L. de Santana, M. Machinski Junior. O uso de praguicidas por trabalhadores do setor agrícola atendidos ambulatorialmente em Maringá no período de 2002 a 200. *Acta Scientiarum Health Sciences* **26** (2), 325-329 (2004).
23. SINDAG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola). *Consumo Mundial de Defensivos Agrícolas*. Disponível em http://www.sindag.com.br/new/upload/inforsetor/consumo_mundial.xls (2003).
24. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos: relatório anual 04/06/2001-30/06/2002. Brasília (2002).
25. A. R. Blaustein, D. B. Wake, Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution* **5**,203 (1990).
26. W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. MCdiamird, L. C. Hayek, M. Foster, *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. (Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 1994).
27. AGRIANUAL (Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira). São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, (2003).
28. C. M. Bridges, R. D. Semlitsch, Linking environmental contaminants and amphibian population declines. *The Glade* **2** (1), 3 e 5 (1999).
29. R. Blaustein, P. T. Johnson. Explaining frog deformities. *Sci. Am.* **288**(2), 60-65 (2003).

30. B. Taylor et al. Proximity to pollution sources and risk of amphibian limb malformation. *Environmental Health Perspectives* **113**(11), 1497-1501 (2005).
31. Jeff. E. Houlahan, C. Scott Findlay, Benedikt R. Schmidt, Andrea H. Meyer & Sergius L. Kuzmink. Quantitative evidence for global amphibian population declines. Nature **404** (2000).
32. A. Salvador, M. A. Serrano, E. Gonzáles-Bono, Research trends in the journal Hormones & Behavior (1987-2000). *Hormones and Behavior* **43**, 375-380 (2003).
33. C. Carey, Hypothesis concerning the causes of the disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. *Conservation Biology* **7**, 355-362 (1993).
34. D. M. Green, *Amphibians in Decline. Canadian Studies of a Global Problem.* (Society for the Study of Amphibians & Reptiles, St Louis, USA, 1997).
35. D. L. Silvano, M. V. Segalla. Conservação de anfíbios no Brasil. *Megadiversidade* **1**(1), 79-86 (2005).
36. L. De Méis, J. Leta, *O perfil da ciência brasileira*. (Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1996).
37. D. A. King , The scientific impact of nations - what different countries get for their research spending. *Nature* **430**, 311-316 (2004).
38. Conservação Internacional do Brasil. Workshop A Expansão da Agroenergia e seus Impactos sobre os Ecossistemas Naturais Brasileiros. Disponível em: http://www.conservation.org.br/publicacoes/workshop_agronegocios.php (2007).

Data de Recebimento: 06/12/2006
Data de Aprovação: 25/04/2007