

Max Willian Tavares de Almeida¹
almeidamwt@gmail.com

Murylo Ferreira de Melo²
muryllomelo@gmail.com

Ariany Rosa Gonçalves³
Ariany.biol@gmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Endereço: BR-153 – Quadra Área
75.132-903 – Anápolis – revista.prp@ueg.br

Coordenação:

GERÊNCIA DE PESQUISA

Coordenação de Projetos e Publicações

Artigo Original

Recebido em: 16/09/2014

Avaliado em: 12/12/2016

Publicação em: 19/12/2016

Análise cienciométrica dos efeitos das mudanças climáticas globais em vertebrados ectotérmicos

Scientometric analysis of the global climate changes effects in ectothermic vertebrates

RESUMO

O planeta Terra, desde seu início, tem passado por diversas mudanças em sua superfície. Nas últimas décadas, ações antrópicas estão impactando as alterações na superfície terrestre, acelerando os efeitos das Mudanças Climáticas Globais e ameaçando a biodiversidade em todo o planeta. O presente trabalho realizou uma análise cienciométrica dos artigos, com foco em mudanças climáticas e sua influência em organismos vertebrados ectotérmicos. Essa análise mostrou que a grande maioria dos artigos encontrados tem maior foco sobre os impactos ambientais na diversidade de peixes marinhos. Concluiu-se que são necessários novos estudos sobre os demais vertebrados ectotérmicos, répteis e anfíbios, que não são alvo da economia.

A produção de novos trabalhos com esse enfoque trará uma melhor compreensão dos impactos sofridos por vertebrados ectotérmicos, para que sejam elaboradas futuras estratégias de conservação da biodiversidade destes organismos, bastante sensíveis às Mudanças Climáticas Globais.

Palavras-Chave: Conservação da biodiversidade, Impactos ambientais, Mudanças Climáticas Globais, Vertebrados ectotérmicos.

Abstract

Since its inception, the Earth has undergone several changes in its surface. In recent decades, anthropogenic actions have been impacting the changes on the Earth's surface, accelerating the effects of Global Climate Change and threatening biodiversity around the globe. This work has made a scientometric analysis of the articles, focusing on climatic changes and their influence on vertebrate ectothermic organisms. This analysis showed that the great majority of the articles found has a greater focus on the environmental impacts on the diversity of marine fish. It was concluded that further studies are needed on the other ectothermic vertebrates, reptiles and amphibians, which are not the target of the economy. The production of new works with this approach will bring a better understanding of the impacts of ectothermic vertebrates, so that future biodiversity conservation strategies of these organisms, which are very sensitive to Global Climate Change, can be elaborated.

Keywords: Biodiversity conservation, Environmental impacts, Global Climate Change, Ectothermic vertebrates.

Introdução

O planeta Terra, desde sua origem, está suscetível às diversas transformações em sua superfície. Essas alterações, em várias escalas, foram a chave para o surgimento da vida no planeta, pois propiciaram uma estabilidade geofísica que facilitou o estabelecimento das formas primordiais de vida (MARENGO, 2006). Nas últimas décadas, o planeta está entrando em um novo ciclo de Mudanças Climáticas Globais (MCG, daqui em diante), que já tem apresentado efeitos sobre a diversidade genética e comportamental dos ecossistemas mundiais (SCHRÖTER et al., 2005).

Ainda que as espécies sejam capazes de responder às mudanças climáticas presentes em toda a sua história evolutiva, a rapidez com que as mudanças antrópicas alteram o clima dificulta a adequação das espécies às futuras variações climáticas, portanto, as MCG ameaçam e colocam em crise a manutenção da biodiversidade (ARAÚJO & RAHBK, 2006).

De um ponto de vista mais alarmante, as MCG podem ameaçar a captação de recursos, o que demanda uma urgência de estudos de seus impactos (NCA, 2013). Para observar os padrões de mudanças em grupos de organismos, é interessante que se avalie em indivíduos que sejam sensíveis às MCG como os vertebrados ectotérmicos, pois a sua temperatura corpórea é influenciada pelas alterações da temperatura do ambiente (STUART et al., 2004).

Os vertebrados ectotérmicos, tais como: peixes, anfíbios e répteis, são modelos viáveis para estudar o impacto das mudanças climáticas sob um amplo gradiente ambiental. Esses grupos de indivíduos oferecem um cenário onde os organismos sofrem pressões seletivas de ambientes aquáticos, terrestres ou de ambos. Portanto, permite uma investigação associada com a dificuldade e a sensibilidade destes organismos frente às MCG aceleradas pelas atividades antrópicas (ROHR & PALMER, 2013).

A redução de diversas populações em uma escala global e os efeitos interativos com a perda de habitat, contribuem para extinções de muitas espécies de anfíbios (LIPS 1998, STUART et al., 2004). As espécies de florestas tropicais são as mais suscetíveis a essas alterações climáticas, pois os limites de temperatura e umidade em seu habitat estão sendo excedidos (CAREY & ALEXANDER, 2003).

Para lagartos, simulações com modelos fisiológicos de risco de extinção preveem condições climáticas desfavoráveis, revelando que até 2080 a diversidade de lagartos poderá reduzir em até 20% (SINERVO et al., 2010). Os peixes têm experimentado severas alterações na precipitação e na evapotranspiração, entre outros processos que, juntamente com a sobre-exploração pesqueira, têm reduzido drasticamente a sua diversidade (LOVEJOY & HANNAH, 2006).

O desejo de encarar as MCG como uma questão comum à toda humanidade gerou a necessidade de criar uma organização política global (DUPAS, 2006). De demandas conservacionistas associadas a essa necessidade, surge a Biologia da Conservação (área do conhecimento transdisciplinar e interativa), para solucionar a problemática da conservação da biodiversidade (SOULÉ, 1985).

A compreensão dos padrões das MCG sobre os organismos ectotérmicos em ampla escala é essencial para se estabelecer as prioridades para a conservação. Para entender melhor estes padrões, trabalhos que revisem a magnitude desses problemas podem ajudar a aprimorar o arcabouço teórico desses padrões. Desta maneira, com base no aperfeiçoamento teórico, torna-se possível estabelecer prioridades mais elaboradas e eficazes nas estratégias de conservação.

Deste modo, este trabalho objetivou levantar e correlacionar os padrões e tendências de pesquisas sobre as MCG em vertebrados ectotérmicos publicados entre os anos de 1990 (primeiros trabalhos encontrados) até 2016. Além disso, objetivou-se identificar as lacunas no conhecimento científico sobre os grupos, auxiliando os pesquisadores na escolha de áreas de estudo que mereçam maior atenção e que se encontram com o maior déficit de conhecimento.

Material e métodos

Para o desenvolvimento deste estudo, foram feitas buscas especializadas no portal “Web of Science” com as palavras chaves em torno do tema de Mudanças Climáticas Globais, tais como: “Global change*” OR “Global climate* change*” OR “Global biology* change*” OR “Global Warming” OR “Global Weather Change” (NABOUT et al., 2012). Com o resultado da pesquisa inicial, foram feitas três filtragens

distintas, empregando os seus respectivos termos em inglês: para peixes “fish*”; répteis “reptile*”; e anfíbios “amphibian*”.

Para cada artigo, foram identificados: i) o ano da publicação, ii) o periódico da publicação, iii) o formato da publicação (artigos, artigos de congressos, capítulo de livro, revisão, resumos de Congressos, relatórios, outros), iv) áreas de pesquisa (Agricultura, Biodiversidade e Conservação, Biologia Marinha e de Água Doce, Bioquímica e Biologia Molecular, Biotecnologia e Microbiologia Aplicada, Ciência e Tecnologia, Ciências Ambientais e Ecologia, Ciências Biológicas e Biomedicina, Ciências Veterinárias, Energia e Combustíveis, Fisiologia, Geologia, Microbiologia, Piscicultura, Zoologia), v) número de referências, vi) número de citações, vii) local do estudo viii) e, ix) grupo taxonômico.

Com base nos dados obtidos, foram feitas diversas comparações com filtros no programa *Excel 2016*[®] entre o número de citações (utilizado como medida do nível de interesse gerado pelo trabalho) e as demais variáveis, gerando gráficos que tornaram possível a visualização de diversos padrões.

A primeira das comparações foi feita para avaliar se o grupo taxonômico estudado tem relação na quantidade de citações recebidas, e se a quantidade de citações variou em determinados anos segundo o interesse geral pelas mudanças climáticas. Posteriormente, foi feita comparação entre o número de citações recebidas e as áreas de pesquisa de cada publicação. Adicionalmente, comparou-se o número de citações e os diferentes canais de publicação e os respectivos formatos de cada um dos trabalhos. Nesta comparação, tentou-se evidenciar se o interesse pelos artigos teve relação com a visibilidade/popularidade do periódico de publicação ou com o formato da publicação. Por fim, verificou-se o número de publicações por país, com o intuito de visualizar quais países se destacaram em relação ao interesse acerca das MCG sobre os grupos de vertebrados ectotérmicos.

Resultados

Na busca geral, foram obtidos 9.256 artigos e materiais textuais relacionados indexados. Após as filtrações feitas por grupos biológicos, foram levantados 217 trabalhos sobre mudanças climáticas globais em vertebrados ectotérmicos. Estes

trabalhos foram divididos em 4 categorias: Peixes (179 publicações); Répteis (11 publicações); Anfíbios (22 publicações) e 5 artigos com mais de um dos grupos supracitados.

A comparação feita entre o número total de artigos publicados por ano e por grupo biológico evidenciou alguns aspectos interessantes sobre a evolução dos trabalhos entre 1990 e 2016 (Figura 1). Foi possível evidenciar que entre 1990 e 2000, os únicos grupos estudados com a temática das MCG foram os peixes, sendo que os primeiros trabalhos sobre anfíbios foram publicados em 2001 e sobre répteis em 2004.

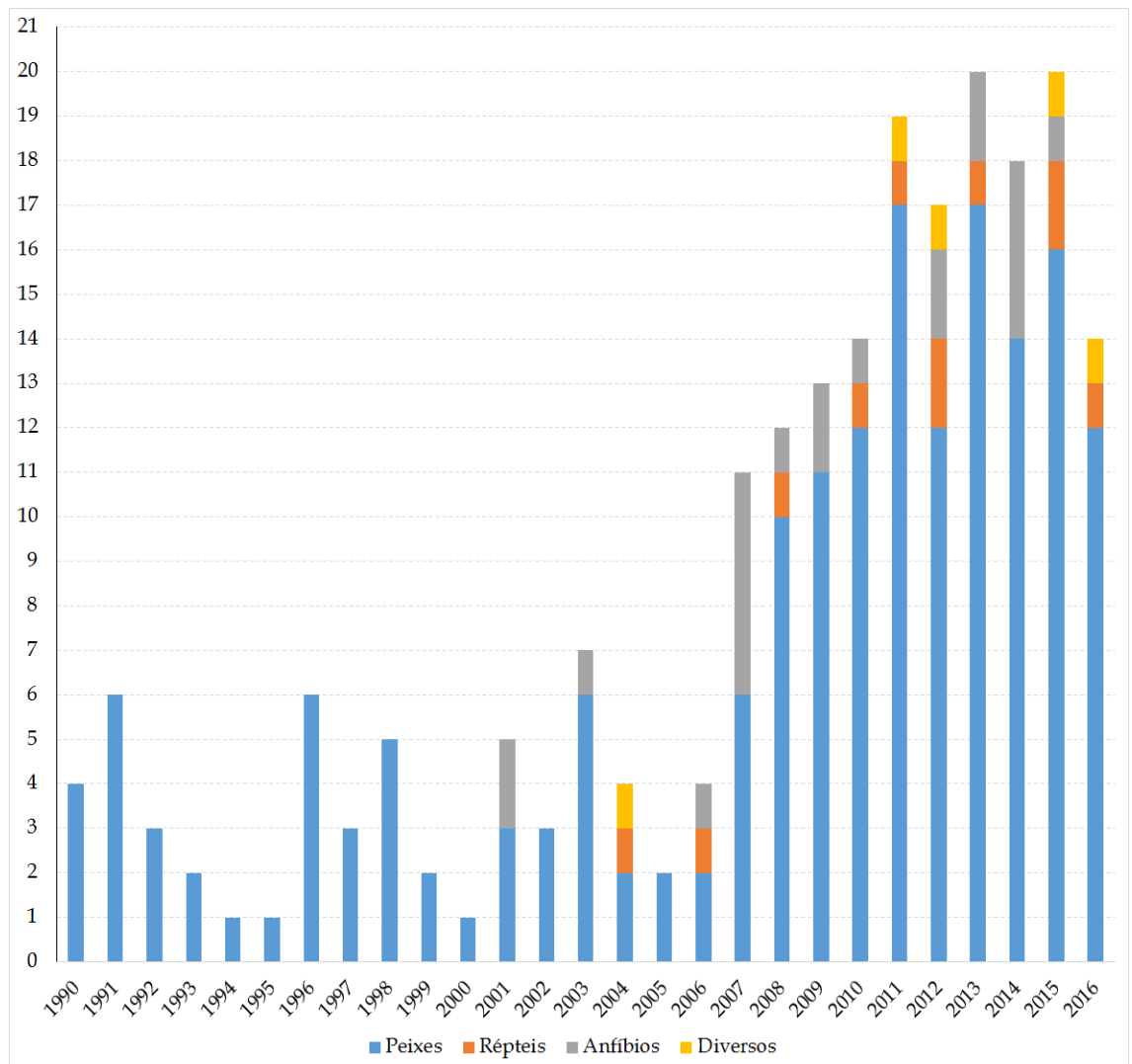


Figura 1. Comparação entre o ano de publicação de cada trabalho e seus respectivos grupos de organismos estudados, com o número total de artigos levantados acerca das Mudanças Climáticas Globais em vertebrados ectotérmicos. Acessos no portal de pesquisa científica *Web of Science* em dezembro de 2016.

Foi observado, ainda, um aumento no número de artigos a partir de 2007, chegando a um pico de 20 trabalhos publicados em 2013 e 2015, com um leve declínio

em 2016 com 14 trabalhos. O gráfico gerado pelas comparações entre grupos biológicos e os anos de publicação evidenciou que a maior parte dos trabalhos foi sobre peixes (82,5%), seguido por anfíbios (10,1%), répteis (5,1%) e 2,3% de trabalhos com mais de um grupo biológico.

A segunda comparação, feita entre o número máximo de citações e as 15 áreas de pesquisa identificadas de cada publicação (Figura 2), mostrou que houve um maior interesse por trabalhos que tivessem relação com Ciência e Tecnologia, Biodiversidade e Conservação e Pescas. Foi observado que todos os trabalhos com mais de cinquenta citações são sobre ambientes aquáticos (marinho ou limnológico), além disso, os trabalhos com mais de 200 citações são todos sobre ambientes marinhos.

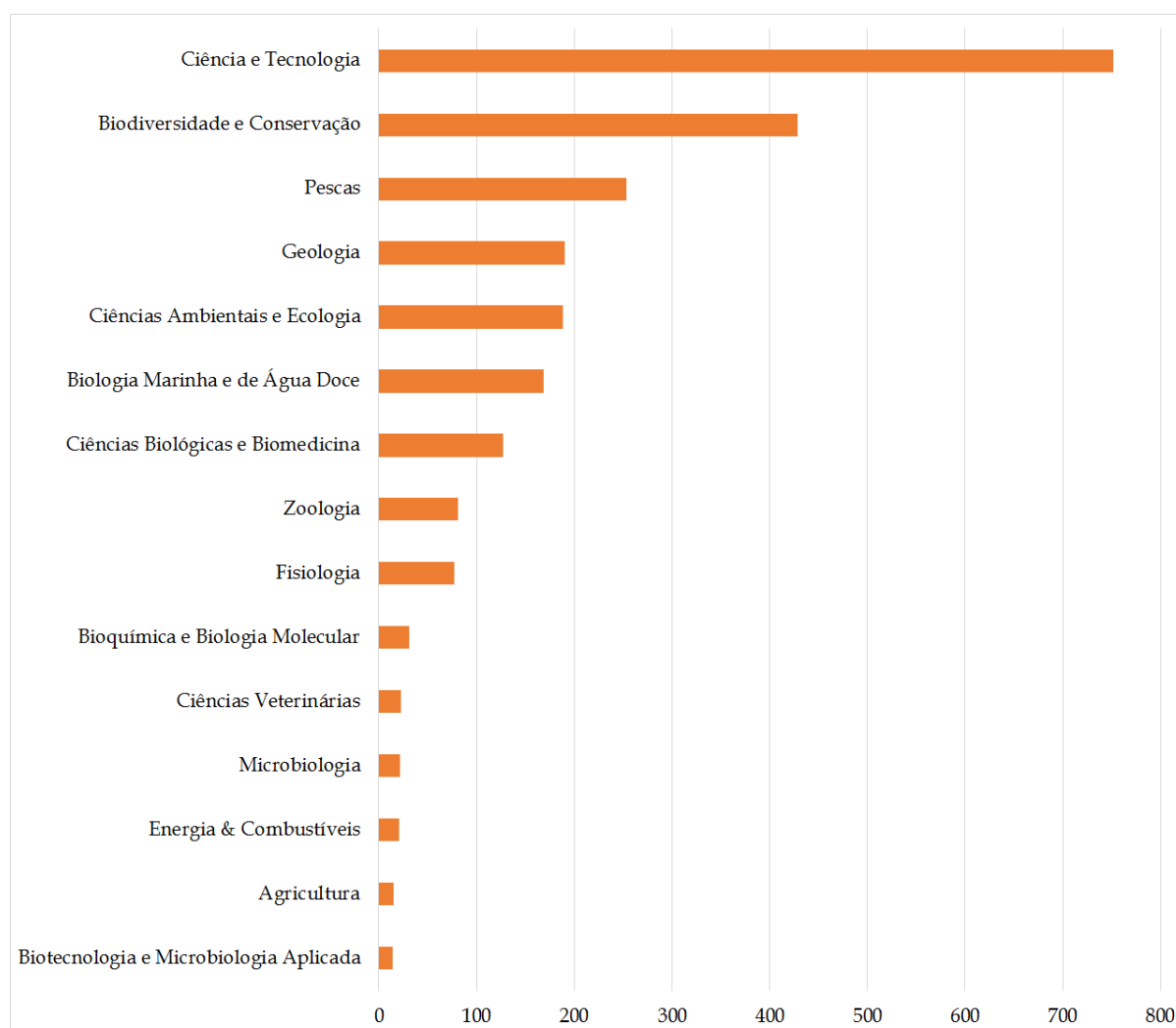


Figura 2. Relação das 15 áreas de estudo das publicações sobre as Mudanças Climáticas Globais em vertebrados ectotérmicos entre 1990 e 2016. Para cada área de pesquisa, o gráfico mostra a quantidade máxima de citações recebidas.

No total, 105 periódicos foram os responsáveis pelos 217 trabalhos publicados. Dentre as revistas com o maior número de publicações se destacam: *Global Change Biology* (15 artigos), *Plos One* (12 artigos), *Hydrobiologia* (7 artigos) e *Ecography* (6 artigos). Quanto às citações obtidas pelos artigos, constatou-se que os 3 trabalhos com o maior número de citações foram os publicados nas revistas *Nature*, *Global Change Biology* e *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* (Figura 3).

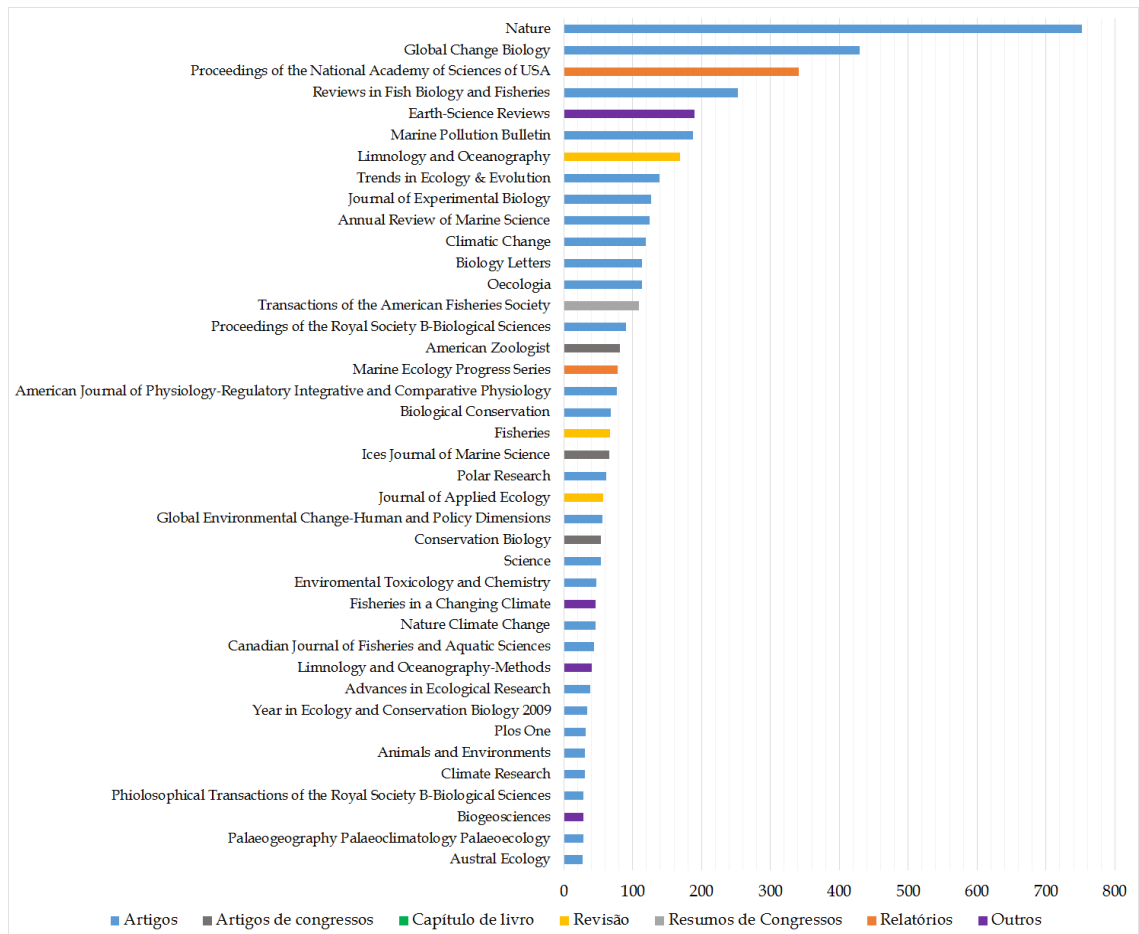


Figura 3. Relação dos 40 periódicos com os maiores números de citações recebidas, dentre os trabalhos sobre as Mudanças Climáticas Globais em vertebrados ectotérmicos, levantados entre 1990 e 2016.

Comparando o número de citações recebidas e o formato de cada publicação, verificou-se que o tipo de publicação não teve relação com a quantidade de citações recebidas (Figura 3). Dentre os trabalhos levantados, os EUA se destacaram com o maior número de publicações, em um total de 66 artigos, de acordo com o tema de MCG e sua influência em organismos ectotérmicos (Figura 4).

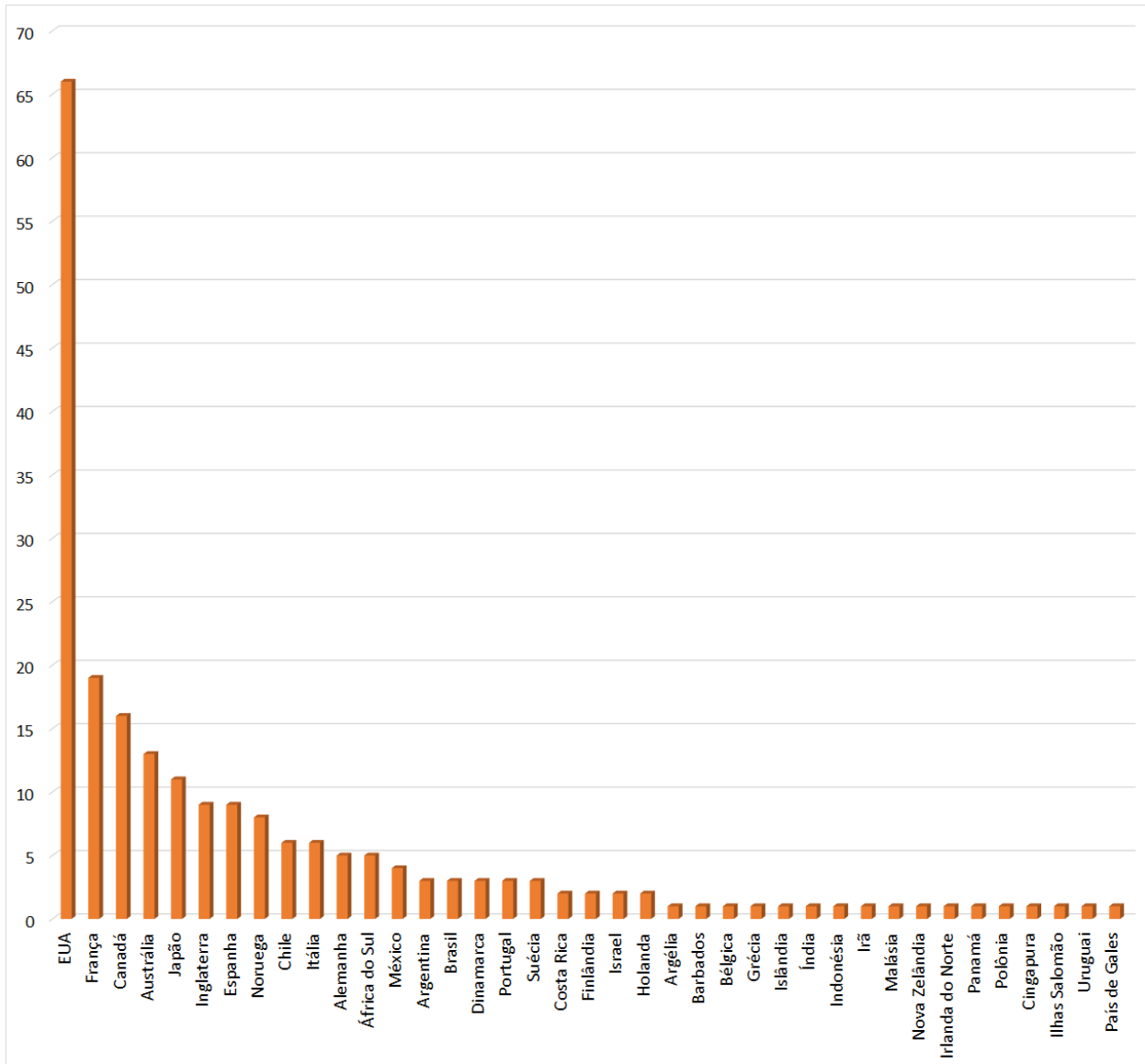


Figura 4. Relação dos 39 países que mais publicaram sobre as Mudanças Climáticas Globais em vertebrados ectotérmicos entre os anos de 1990 a 2016.

Discussão

De modo geral, foi levantado um número considerável de citações em artigos sobre peixes e em escala geográfica marinha. Esse resultado revela a grande importância da atividade pesqueira mundial tanto para economia quanto para a alimentação (HELLEBRANDT & ABDALLAH, 2012). O mesmo acontece com o padrão de mais citações em artigos das áreas de Ciência e Tecnologia, Biodiversidade e Conservação e Pescas, pois são áreas de estudo que estão direta e/ou indiretamente

ligadas à economia, sendo a Ciência e Tecnologia uma área multidisciplinar presente em diversos cursos de Graduação e Pós-Graduação.

A grande maioria dos artigos encontrados teve foco nos impactos sobre a diversidade de peixes marinhos (corroborando SIQUEIRA et al., 2009). Essas citações recorrentes mostram que há uma maior preocupação relacionada à economia pesqueira, e à preocupação ambiental com a diminuição de populações de peixes mais utilizados na gastronomia mundial (HELLEBRANDT & ABDALLAH, 2012). Assim, foi observado que, mesmo com a amplitude de outras áreas, ambientes e tipos de estudo diferentes, o maior interesse pela pesquisa sobre MCG em vertebrados ectotérmicos, se sustenta sobre os pilares da economia.

Houve um aumento da atividade científica com foco no impacto das mudanças climáticas sobre a biodiversidade, porém ainda é insipiente o conhecimento levantado sobre o tema (SIQUEIRA et al., 2009). Estes padrões associados ao déficit em trabalhos com ectotérmicos, conduzem às demais orientações, necessitando de maiores investimentos em publicações, que foquem principalmente em grupos pouco estudados.

Foram observados trabalhos interessantes, alguns associando as MCG à prestação de serviços ecossistêmicos (SCHROTER et al., 2005). Com isso, seria relevante o uso de estratégias integrativas e interdisciplinares para testar os efeitos das MCG, de maneira similar à Biologia da Conservação, integrando outros níveis de biodiversidade, tais como: genes, organismos, comunidades ou processos ecossistêmicos (SOULÉ, 1985).

Conclusão

Os levantamentos mostraram que há poucos estudos sobre os impactos das MCG em vertebrados ectotérmicos, de modo que, o presente estudo incentiva fortemente o desenvolvimento de mais estudos voltados a grupos de pouco interesse econômico, como os répteis e anfíbios. A busca pelo interesse na conservação destes grupos pode ser mediada pela associação destes organismos com a prestação de serviços ecossistêmicos. A conservação de répteis e anfíbios é uma forma de assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos, o que influencia diretamente o bem-estar humano. Essa abordagem abre também espaço para que os trabalhos com organismos

de pouco interesse econômico, como reptéis e anfíbios, tenham o mesmo destaque, uma vez que tais trabalhos têm sido pouco identificados na literatura científica servindo de parâmetro para medir o desenvolvimento das mudanças climáticas globais.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, M. B. & RAHBEEK C., How does climate change affect biodiversity? **Science**, 313: 1396, 2006.
- CAREY, C. & ALEXANDER M. A. Climate change and amphibian declines: Is there a link? **Diversity and Distribution** 9: 111-121, 2003.
- DUPAS, G. 2006. O mito do progresso: ou progresso como ideologia. São Paulo, **UNESP**, 309 p.
- LIPS, K. R. Decline of a tropical amphibian fauna. **Conservation Biology** 12: 106-117, 1998.
- LOVEJOY, T & HANNAH. L. Climate Change and Biodiversity, **Teri Press**, New Delhi, India, 2006.
- MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI, 212 p. Série Biodiversidade, v. 26, Brasília: **MMA**, 2006.
- NABOUT, J. C., *et al.* Trends and Biases in Global Climate Change Literature. **Natureza & Conservação** 10(1):45-51, 2012.
- NATIONAL CLIMATE ASSESSMENT (NCA). 2013. Impacts of Climate Change on Biodiversity, Ecosystems, and Ecosystem Services. Disponível em: <<http://assessment.globalchange.gov>> Acesso em Julho de 2014.
- SCHROTER, D., *et al.* Ecosystem Service Supply and Vulnerability to global change in Europe., **Science** 310: 1333, 2005.
- HELLEBRANDT, D.; ABDALLAH, P.R. 2012. Fisherfolk perspectives of vulnerability: climate and policy intertwine in small-scale fisheries in Southern Brazil". In: **World Fisheries Congress**. World Council Fisheries Society. Edinburg, Scotland, May 7th - 11th.
- ROHR, J. R. & PALMER B. D., Climate Change, Multiple Stressors, and the Decline of Ectotherms, **Conservation Biology** 27:(4)741-751, 2013.
- SINERVO, B., *et al.*, Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches., **Science** 328: 894-899, 2010.
- SIQUEIRA T, PADIAL A.A. & BINI L.M., Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade: um panorama sobre as atividades de pesquisa. **Megadiversidade** (Belo Horizonte), 5:17-26. 2009.
- SOULÉ, M. E. What Is Conservation Biology? **Bioscience**, 35(11):727-734. 1985.
- STUART, S. N., *et al.*, Waller. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science** 306: 1783-1786. 2004.