

XIX encontro nacional
de pesquisa em
ENANCIB ciência da informação

// SUJEITO INFORMACIONAL E AS
PERSPECTIVAS ATUAIS EM CIÊNCIA
DA INFORMAÇÃO. //

22-26
OUTUBRO
2018
LONDRINA/PR



XIX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – ENANCIB 2018

GT-7 – Produção e Comunicação da Informação em Ciência, Tecnologia & Inovação

ANÁLISE DO TERMO MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOB A PERSPECTIVA DAS TÉCNICAS BIBLIOMÉTRICAS

Wanessa K. M. Carvalho (Universidade Federal de São Carlos)

Frederico P. Bon (Universidade Federal de São Carlos)

Júlia T. A. V. L. Wilmers (Universidade Federal de São Carlos)

Ricardo A. S. Fernandes (Universidade Federal de São Carlos)

Wanda A. M. Hoffmann (Universidade Federal de São Carlos)

ANALYSIS OF THE TERM CLIMATE CHANGES UNDER THE PERSPECTIVE OF BIBLIOMETRIC TECHNIQUES

Modalidade da Apresentação: Pôster

Resumo: A Ciência das Mudanças Climáticas é responsável por estudar modelos de sistemas climáticos, com o intuito de garantir boa precisão nas previsões dos efeitos e impactos dessas mudanças. Assim, o presente estudo se propõe a apresentar análise bibliométrica do termo “mudanças climáticas”. Um conjunto de artigos científicos relacionados às mudanças climáticas foram recuperados através de busca a base de dados Scopus no período entre 1987 e 2017. A escolha do período deve-se ao fato de, em 30 anos, terem sido realizados eventos marcantes que podem ter influenciado o crescente interesse pelo tema desta pesquisa, como o IPCC (1988), o Protocolo de Kyoto (2005) e o Acordo de Paris (2015). A busca foi realizada pela expressão “Climate Change” OR “Climate Changes”, obtendo um total de 155.084 artigos após o uso de filtros por título, resumo e/ou palavras-chave. As curvas de regressão que mais se adaptaram foram as polinomiais de 4ª ($R^2 = 0,9975$) e 5ª ordem ($R^2 = 0,9992$). Com relação à tendência para o ano de 2018, considerando a regressão de 4ª ordem, foram previstos 18.687 artigos publicados sobre o tema. Já para a regressão de 5ª ordem, o valor previsto foi de 17.514. Os marcos influenciaram de forma que, no ano de 1988, o número de publicações sobre o tema quase dobrou. Em 2005, apresentou taxa de crescimento de 20% em relação ao ano anterior e no período 2015 a 2017, as publicações concentram quase 30% do que foi publicado nos últimos 30 anos. Os resultados encontrados nesta pesquisa ilustram o valor das técnicas

bibliométricas como métodos para revelar tendências de pesquisa globais e encontrar lacunas e pontos de partida para pesquisas futuras.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas; Bibliometria; IPCC; Protocolo de Kyoto; Acordo de Paris.

Abstract: The science of climate change is responsible to study models of climatic systems, with the purpose of guaranteeing a good precision on the predictions of the effects and impacts caused by climate change. Thus, the present study proposes to present bibliometric analysis of the term "climate changes". A set of scientific articles related to climate change was retrieved through the Scopus database between 1987 and 2017. The period was choice due to the fact that, in 30 years, marked events have been held that may have influenced the growing interest in the area. Among these events, it can cite the IPCC (1988), the Kyoto Protocol (2005) and the Paris Agreement (2015). The search was performed by the expression "Climate Change" OR "Climate Changes", obtaining a total of 155,084 articles after the use of filters that consider the title, abstract and keywords. The most suitable regression curves were the 4th ($R^2 = 0.9975$) and 5th ($R^2 = 0.9999$) polynomial orders. In relation to the trend for the year 2018, considering the 4th order regression, 18,687 published articles on the topic of Climate Change were predicted. For the 5th order regression, the predicted value was 17,514. The milestones influenced so that, in the year 1988, the number of publications on the area almost doubled. In 2005, it presented a growth rate of 20% in relation to the previous year and, in the period between 2015 and 2017, the publications concentrate almost 30% of what has been published in the last 30 years. The results found in this research illustrate the value of bibliometric techniques as methods to reveal global research trends and to find gaps and starting points for future research.

Keywords: Climatic change; Bibliometrics; IPCC; Kyoto Protocol; Paris Agreement.

1 INTRODUÇÃO

Há 30 anos, a Ciência das Mudanças Climáticas baseava-se em modelos de sistemas climáticos com boa dinâmica atmosférica, mas com simples representações dos oceanos, da superfície terrestre e em baixa resolução espacial. No entanto, devido ao aperfeiçoamento da tecnologia, muito se aprendeu sobre como o sistema climático do planeta tem influência sobre as mudanças na atividade solar, erupções vulcânicas e concentração de gases de efeito estufa. Portanto, os modelos climáticos globais de hoje são mais abrangentes e foram validados em relação a dados registrados nas décadas passadas, permitindo que as projeções desses modelos, impulsionadas por futuras emissões de gases de efeito estufa e aerossóis, indiquem que o planeta continuará aquecendo devido aos níveis dos mares e aos eventos climáticos extremos (MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006).

A construção de cenários climáticos futuros, sejam eles em escalas locais ou globais, sob as alterações que o aquecimento global pode provocar, faz-se necessária para avaliar os impactos que as mudanças climáticas podem causar nas cidades. A mudança climática é descrita em termos de alterações médias na temperatura ou precipitação, mas a maioria dos custos

sociais e econômicos associados às alterações do clima resultará em mudanças na frequência e gravidade dos eventos extremos (KARL *et al.*, 2008).

O terceiro relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*) mostra que a temperatura da superfície global provavelmente aumentará e assumirá níveis perigosos ainda no século XXI (SOLOMON *et al.*, 2007). É muito provável que as ondas de calor sejam mais intensas, mais frequentes e mais duradouras em um futuro clima mais quente. Em contrapartida, prevê-se que os episódios de frio diminuam significativamente (STOTT *et al.*, 2016). A mudança na probabilidade de ocorrência de extremos climáticos diz respeito à interação de fatores climáticos, ambientais e humanos que podem levar a impactos e desastres.

Com isso, as mudanças climáticas globais e regionais têm motivado o interesse de cientistas de todas as partes do mundo, haja vista a quantidade de trabalhos científicos produzida a partir do surgimento de grandes marcos relacionados ao tema até 1980, crescendo em ritmo acelerado até 2017. Assim, é necessário entender o panorama em que os pesquisadores e as instituições estão imersos, os avanços em seus trabalhos e quais as suas tendências. Para isso, este trabalho emprega uma análise bibliométrica em torno do termo “mudanças climáticas” e em função de eventos importantes que possam ter influenciado o incremento das pesquisas em uma área que tem sido alvo de grandes investimentos financeiros, seja por instituições privadas ou por agências de fomento governamentais.

2 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os impactos das mudanças climáticas para uma população global de 9 bilhões de pessoas são preocupantes e podem representar uma ameaça para o último meio século de ganhos em desenvolvimento e saúde global. Os efeitos diretos das mudanças climáticas incluem o aumento do estresse térmico, inundações, secas e aumento da frequência de tempestades, com a ameaça indireta à saúde da população por meio de mudanças adversas na poluição do ar, propagação de vetores de doenças, insegurança alimentar e subnutrição e saúde mental (WATTS *et al.*, 2015).

A magnitude e a natureza dos impactos das mudanças do clima são difíceis de prever com precisão. No entanto, as previsões apresentadas pelo IPCC são alarmantes, visto que a temperatura média global do ar na superfície aumentou em $0,6 \pm 0,2$ °C durante o século XX e se prevê que aumente entre 1,4 e 5,8 °C no período entre 1990 e 2100. Assim, há riscos reais de

que os efeitos se tornem não lineares à medida que as emissões de gases tóxicos e as temperaturas globais aumentam, prejudicando em muito sua previsão (ROGELJ, 2013).

De acordo com Hallegatte (2013), o aumento da intensidade de chuvas extremas e outras mudanças climáticas são uma preocupação social significativa, com as inundações causadas pelas chuvas sendo um dos perigos naturais mais caros e perigosos do mundo. Portanto, as medidas de adaptação às mudanças climáticas devem ser realizadas o mais cedo possível para reduzir a vulnerabilidade das comunidades, onde sistemas de gestão devem ser explorados para apoiar a tomada de decisões diante às mudanças climáticas (ALEIXANDRE-BENAVENT *et al.*, 2017).

Neste contexto, diversos pesquisadores realizaram observações e experimentos, tendo armazenado um grande volume de dados sobre as mudanças climáticas. Esses dados são fundamentais para fornecer previsões confiáveis em relação aos efeitos das mudanças climáticas, bem como para fomentar iniciativas de cunho científico e governamental.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A quantidade de literatura científica, disponível em uma pesquisa específica, disciplina ou tema é muitas vezes esmagadora, o que torna desafiador, para pesquisadores e profissionais ter uma visão geral estruturada das informações relevantes (ZHOU; GOH e LI, 2015). Desta forma, segundo Marx *et al.* (2016), a bibliometria como um método quantitativo e de rápido desenvolvimento não é apenas útil para fins de avaliação de pesquisa, mas também para analisar a evolução histórica de determinada área da ciência.

Métodos bibliométricos têm sido aplicados para avaliar os resultados científicos ou padrões de pesquisa de autores, periódicos, países e institutos, visando identificar e quantificar a cooperação internacional e as tendências em determinado campo de pesquisa (ABRAMO, 2011).

Neste estudo, um conjunto de artigos científicos relacionados às Mudanças Climáticas foram recuperados via a base de dados Scopus entre os anos de 1987 e 2017. A escolha do período deve-se ao fato de, nesses 30 anos, terem sido realizados eventos marcantes que podem ter influenciado o crescente interesse pelo tema de pesquisa. Já a escolha pela base de dados Scopus foi devida à sua multidisciplinaridade, que permite a visualização da evolução do tema ao longo do tempo. Deve-se destacar que foram considerados apenas artigos e revisões publicados em periódicos e escritos na língua inglesa. As buscas foram realizadas por meio da

expressão {“*Climate Change*” OR “*Climate Changes*”}, em que se considerou a ocorrência dos termos no título, resumo e/ou palavras-chave. Optou-se por considerar como o último ano de pesquisa o ano de 2017, já que a contabilidade para o ano de 2018 seria imprecisa.

Após identificar os critérios de seleção dos artigos, realizou-se uma análise por meio de técnicas de regressão utilizando funções polinomiais para as variáveis de interesse, buscando entender o comportamento do crescimento de estudos sobre mudanças climáticas ao longo do período de 30 anos. Os modelos polinomiais podem ser usados nas situações em que a relação entre o estudo e as variáveis explicativas é curvilínea (SRIVASTAVA; GILES, 1987). O comportamento dos dados foi estudado matematicamente, fornecendo equações que possibilitaram apresentar a previsão de publicações em um futuro próximo, neste caso o ano de 2018. O gráfico obtido permitiu a demonstração de qual a curva traçada melhor se ajustaria aos dados fornecidos, minimizando o erro e estimando com maior precisão a tendência de crescimento de estudos sobre mudanças climáticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

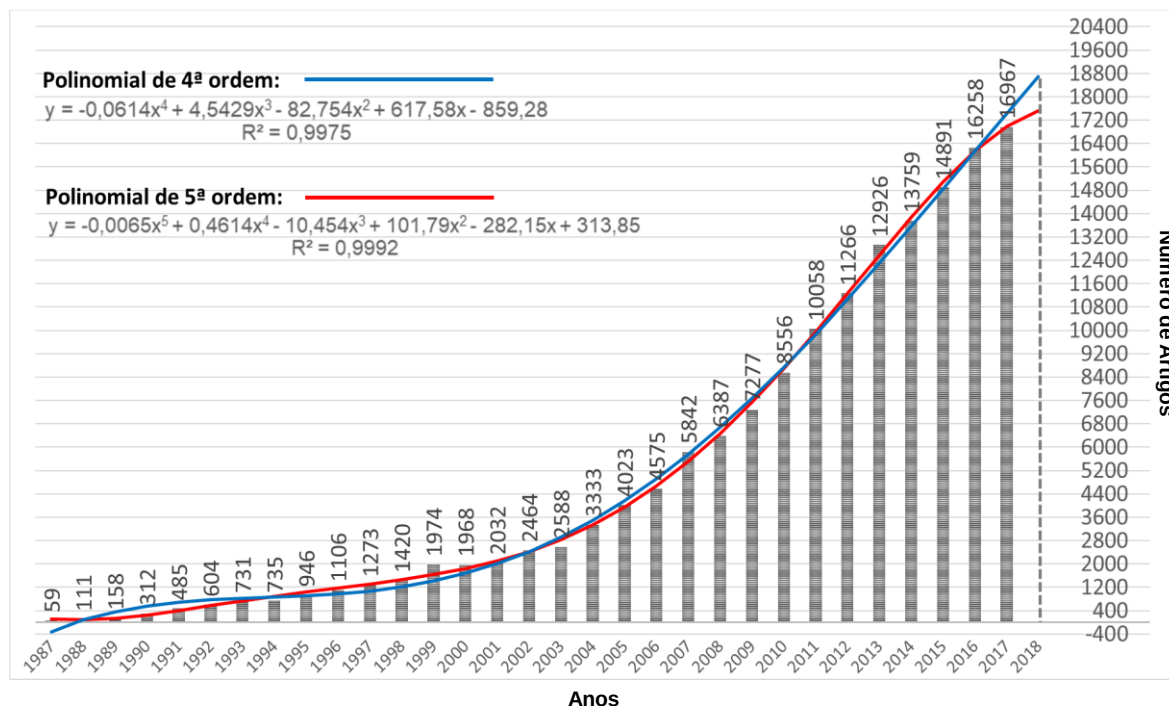
Durante o período de análise, foram obtidos 155.084 artigos como resultado das categorias de assuntos selecionados no Scopus. O Gráfico 1 demonstra que o número de artigos publicados cresceu consideravelmente desde 1987, ano no qual 59 artigos foram publicados.

Ao analisar o Gráfico 1 é possível notar que, em 1988, o número de publicações duplica em comparação a 1987. Neste mesmo ano, ocorre a criação do IPCC, órgão internacional de avaliação da ciência relacionada às alterações do clima. O IPCC foi criado pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, do inglês *World Meteorological Organization*) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, do inglês *United Nations Environment Programme*) para fornecer avaliações regulares da base científica das mudanças climáticas, seus impactos e riscos futuros e opções de adaptação e mitigação.

Apesar de sofrer uma pequena queda entre os anos de 1999 e 2000, os estudos na área mostraram apenas crescimento a partir de 2001 (ponto denominado como “barriga” da curva de tendência), com destaque para a ratificação do protocolo de Kyoto em 2005, que apresentou taxa de crescimento de 20% em relação ao ano anterior. Portanto, tem-se a ratificação do Protocolo de Kyoto como segundo marco histórico. Ainda no ano de 2005, o acordo internacional vinculado à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima

entrou em vigor definitivamente, obrigando as Partes a estabelecer metas internacionalmente vinculantes de redução de emissões de gases de efeito estufa pelos países desenvolvidos.

Gráfico 1: Produções científicas anuais (entre 1987 e 2017) e curvas de tendência com estimativa de produções científicas para o ano de 2018.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como sucessor do Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris assinado em 2015, incentiva todos os países a realizar abordagens conjuntas de mitigação e adaptação. Assim, tem-se o Acordo de Paris, firmado na 21ª Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC como o terceiro marco histórico de grande relevância para a área de pesquisa. Esse Acordo teve o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade de todos os países, não somente aqueles desenvolvidos, para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças. Observa-se ainda que o período entre sua assinatura e o ano final observado por esta pesquisa, 2017, concentra mais de 30% das publicações ao longo destes 30 anos.

Além dos marcos históricos, foram testadas diversas curvas de regressão incluindo exponencial e linear, porém as que mais se adequaram foram as polinomiais de 4ª e 5ª ordem. No primeiro caso, o coeficiente de determinação obtido foi $R^2 = 0,9975$ e no segundo $R^2 = 0,9992$. Como a equação polinomial de 5ª ordem teve seu coeficiente mais próximo de 1, a regressão é mais precisa. Além disso, a curva de 4ª ordem apresentou uma incoerência, tendo em vista que foi encontrado um valor negativo no ano de 1987.

Outro ponto a ser destacado é que no último ano (2017), o número de publicações calculado pela regressão de 5ª ordem foi de 16.989, o que equivale a um erro de 0,13% com relação ao valor real de 16.967. Já na regressão de 4ª ordem, o valor calculado para o mesmo ano foi de 17.434, resultando em um erro de 2,74%.

Com relação à tendência para o ano de 2018, para a regressão de 4ª ordem foram previstos 18.687 artigos publicados sobre o tema Mudanças Climáticas. Já para a regressão de 5ª ordem, o valor previsto é de 17.514, menor que o anterior, porém ainda mantendo a crescente de publicações na área.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Usando métodos de análise bibliométrica, este trabalho buscou apresentar um levantamento a respeito das produções científicas envolvendo Mudanças Climáticas, em que 155.084 artigos foram publicados em periódicos, considerando-se um período de 30 anos (entre 1987 e 2017).

Este estudo desenvolveu ainda uma previsão de publicações em torno do tema para o ano de 2018, utilizando técnicas de regressão não linear que possibilitou verificar que artigos sobre o tema ainda possuem uma tendência importante de crescimento.

É sabido que o tema Mudanças Climáticas foi se tornando cada vez mais relevante para os pesquisadores ao longo dos 30 anos analisados neste estudo, com publicações relevantes que têm o poder de discutir sobre alternativas inteligentes e viáveis que diminuam os impactos que eventos climáticos podem causar.

De fato, devido ao caráter complexo das questões de mudança climática, o papel da ciência é importante para entender as causas e os diferentes desafios e oportunidades futuras, pois é um campo de pesquisa complexo e multifacetado. Desta forma, a informação baseada nas pesquisas científicas precisa possuir um forte envolvimento intersetorial e interdisciplinar, combinando conhecimento de diversas áreas.

Os resultados encontrados neste estudo ilustram o valor das técnicas bibliométricas como métodos para revelar tendências de pesquisa global. Pode ser dada continuidade a este estudo aprofundando a análise de outros elementos importantes, como os principais países envolvidos em pesquisa sobre Mudanças Climáticas, além de instituições, profissionais e suas publicações de maior impacto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e também da Fundação de Amparo à Pesquisa ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FAPEMA) – Processo nº BM-08469/17.

REFERÊNCIAS

- ABRAMO, G.; D'ANGELO, C. A.; VIEL, F. The field-standardized average impact of national research systems compared to world average: the case of Italy. **Scientometrics**, v. 88, n. 2, p. 599-615, 2011.
- ALEIXANDRE-BENAVENT, R. *et al.* Trends in scientific research on climate change in agriculture and forestry subject areas (2005–2014). **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 406-418, 2017.
- KARL, T. R. *et al.* **Weather and climate extremes in a changing climate**. US Climate Change Science Program, 2008.
- HALLEGATTE, S. *et al.* Future flood losses in major coastal cities. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 9, p. 802-806, 2013.
- MARX, W. *et al.* Which early works are cited most frequently in climate change research literature? A bibliometric approach based on Reference Publication Year Spectroscopy. **Scientometrics**, v. 110, n. 1, p.335-353, 2016.
- MCMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R.; HALES, S. Climate change and human health: present and future risks. **The Lancet**, v. 367, n. 9513, p. 859-869, 2006.
- ROGELJ, J. *et al.* Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. **Nature**, v. 534, n. 7609, p. 631-639, 2016.
- SOLOMON, S. *et al.* **Historical Overview of Climate Change Science - The Physical Science Basis - Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, New York: Cambridge University Press, 2007.
- STOTT, P. *et al.* Attribution of extreme weather and climate-related events. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 7, n. 1, p. 23-41, 2015.
- SRIVASTAVA, V. K.; GILES, D. E. A. **Seemingly Unrelated Regression Equations Models: Estimation and Inference**. Nova York: Basel, 1987. 392 p.
- WATTS, N. *et al.* Health and climate change: policy responses to protect public health. **The Lancet**, v. 386, n. 10006, p. 1861-1914, 2015.
- ZHOU, Z.; GOH, Y. M.; LI, Q. Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. **Safety Science**, v. 72, p. 337-350, 2015.