



## **CONTRIBUIÇÃO DO PERCENTIL DE CITAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO CIENTÍFICO: um estudo com pesquisadores da Matemática**

Rafael Gutierrez Castanha<sup>1</sup>  
Antonio Perianes Rodríguez<sup>2</sup>  
Maria Cláudia Cabrini Grácio<sup>1</sup>

**Resumo:** Esta pesquisa analisa a contribuição da mediana do percentil geral de citações para a caracterização do impacto científico de 13 pesquisadores bolsistas Produtividade em Pesquisa Seniores da Matemática, avaliando sua independência em relação ao índice h. Para cada pesquisador, recuperaram-se na base de dados Web of Science: produção total, índice h, mediana do percentil geral de citações. Calcularam-se as correlações entre os indicadores. Concluiu-se que a mediana do percentil geral de citações oferece resultados mais detalhados e comparações mais precisas entre os pesquisadores, independentemente da produtividade, dando maior importância à influência das publicações.

**Palavras-Chave:** Indicadores de citação. Índice de Percentil de Citação. Índice h.

### **1 INTRODUÇÃO**

As citações compõem parte fundamental da comunicação científica, evidenciando os conceitos, teorias e/ou métodos que embasam o desenvolvimento de novos estudos, configurando uma chancela do reconhecimento da relevância das pesquisas e suas contagens um indicador do impacto e utilidade (BORNMANN *et al.*, 2008). Assim, os indicadores de citação tornaram-se uma métrica mundialmente usada para caracterizar o impacto científico nas diversas áreas (SILVA; GRÁCIO, 2021).

A partir da década de 1980, a normalização dos indicadores de citações tem sido usada a fim de permitir que o impacto de uma publicação seja avaliado em comparação com o impacto de publicações semelhantes (BORNMANN, 2012a), uma vez que comparar o impacto das citações entre diferentes unidades de pesquisa esbarra em desafios de como analisar: i) as distribuições de citações de unidades de diferentes tamanhos; ii) unidades de campos científicos diferentes com diferentes taxas médias de citação; iii) unidades de pesquisa

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP)

<sup>2</sup> Universidad Carlos III de Madrid

levando em consideração sua produção em todos os campos (PERIANES-RODRIGUEZ; RUIZ-CASTILLO, 2016). Para um artigo (ou conjunto de artigos), seu índice de citação normalizado por campo constitui a razão entre o número de citações recebidas por ele (ou pelo conjunto de artigos) e o número médio (ou mediana) de citações recebidas por todos os artigos do mesmo campo e ano de publicação (LARIVIERE; GINGRAS, 2011). Nesta perspectiva, encontram-se os índices normalizados *Crown Indicator* (VAN RAAN, 2004) e “*New*” *Crown Indicator* (WALTMAN *et al.*, 2011).

Sob a perspectiva não normalizada, destaca-se o índice *h*, que tem sido amplamente utilizado para medir o desempenho dos pesquisadores, ao considerar, simultaneamente, sua produtividade e impacto (citação). É formulado por: se *h* dos *N* artigos de um pesquisador têm pelo menos *h* citações cada um e os outros (*N - h*) artigos não têm mais do que *h* citações cada um, então o pesquisador tem índice *h* com valor igual a *h* (SILVA; GRÁCIO, 2021).

Em alternativa ao índice *h*, Bornmann (2012a) aponta o uso de percentis para a classificação das produções com maior impacto, visto que utilizá-los para normalizar as citações pode fornecer melhores comparações do impacto das publicações de diferentes campos e anos e com diferentes tipos de documentos do que a normalização baseada na média aritmética.

A utilização da distribuição baseada no percentual de citações recebidas por artigos é discutida inicialmente por Schubert, Glänzel e Braun (1987), em que apresentam o conceito de *Subject Field Characteristic Citation Scores*, analisando 114 áreas entre 1981 e 1985. Identificam a fração de artigos por percentil a partir de quatro atributos (*X*): *X*<sub>0</sub>: citação nula; *X*<sub>1</sub>: taxa média de citação por artigo; *X*<sub>2</sub>: taxa média de citação por artigo acima da média; *X*<sub>3</sub>: taxa média de citação por artigo acima de *X*<sub>2</sub>; dividindo-os em cinco categorias de citação: não citados ( $X = X_0$ ), insuficientemente citados ( $X_1 > X > X_0$ ), razoavelmente citados ( $X_2 > X \geq X_1$ ), notavelmente citados ( $X_3 > X \geq X_2$ ) e excepcionalmente citados ( $X \geq X_3$ ).

Quanto maior o percentil alcançado por uma publicação, mais citações recebeu em comparação com outras publicações do mesmo tipo, campo e ano (BORNMANN, 2012b). Assim, a título de exemplo, um percentil 90 indica que a publicação está entre os 10% das publicações mais citadas do seu campo, ao passo que os outros 90% das publicações tiveram menor impacto. Os indicadores de classificação percentil incorporam diretamente um processo de normalização adequado para a contagem de citações de publicações de diferentes categorias (PERIANES-RODRIGUEZ; RUIZ-CASTILLO, 2018).

Nesse contexto, Bornmann e Marx (2014) introduziram o diagrama *beamplot* para as citações, atualmente utilizado pela base de dados Web of Science em alternativa ao índice h. O diagrama utiliza os percentis de citação para a construção do *Author Impact Beamplots* e expõe o desempenho, em termos de citação, de cada autor da base. Além de analisar o impacto das citações dos autores por meio dos percentis, essa representação calcula o percentil de cada citação, o percentil de citação anual e a mediana do percentil geral da citação.

Normalizando o total de citações de cada artigo de um pesquisador por área a partir da comparação com outras publicações da mesma área, o *Author Impact beamplot* mostra o impacto de citação das suas publicações ao longo do tempo (CLARIVATE, 2022).

Assim, tomando como universo de análise os pesquisadores PQ seniores da Matemática, esta pesquisa analisa, de forma comparativa, a contribuição da mediana do percentil geral de citações para a caracterização do impacto científico dos pesquisadores, avaliando sua independência em relação ao índice h, indicador bastante utilizado contemporaneamente para avaliar o desempenho científico dos pesquisadores pelas instituições e agências de fomento à pesquisa. Justifica-se o universo de pesquisa pelo avanço da presença da produção científica brasileira em Matemática nas bases de dados internacionais, ocupando lugar expressivo internacionalmente como mostra sua posição de destaque na União Internacional da Matemática, inclusive com a conquista da Medalha Fields em 2014 (SILVA; GRÁCIO, 2021). Ademais, dada a relevância do campo como base estrutural para diversos outros campos, diversos estudos têm se dedicado a analisar indicadores de desempenho científico brasileiro da Matemática, entre eles, Hilário e Grácio (2017) sob a perspectiva de indicadores de colaboração científica e Silva e Grácio (2021) sob a perspectiva de indicadores de citação (índice h).

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O universo de pesquisa é composto pelos pesquisadores com bolsa ativa de Produtividade em Pesquisa (PQ) nível sênior (PQ-SR) do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) em janeiro de 2022 da área de Matemática. Atualmente, há 297 pesquisadores com bolsa ativa, sendo 13 PQ-SR. Para cada um dos pesquisadores, recuperaram-se na base de dados Web of Science (WoS), a partir do perfil de cada um deles, a produção total, o índice h e a mediana do percentil geral de citações (MPC). O uso da WoS nesta pesquisa está relacionado ao fato do

*Author Impact Beamplots*, bem como o MPC, ser um indicador consignado à base de dados em questão. A adoção da base WoS deocorre do fato de ser a base em que o índice MPC é disponibilizado.

A seguir, foram calculadas as estatísticas descritivas (média, mediana e coeficiente de variação) dos indicadores e as correlações de Pearson ( $r$ ) e Spearman ( $\rho$ ) entre eles e construiu-se o gráfico de dispersão entre índice h e MPC. Os cálculos de correlação buscam analisar a associação entre duas variáveis, neste caso, entre o índice h e o MPC. Enquanto a correlação de Pearson ( $r$ ) verifica a interdependência linear entre as variáveis analisadas, o coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) analisa, na perspectiva não paramétrica, a associação (dependência) entre duas variáveis a partir da distribuição de seus postos (*rankings*). Ambos cálculos assumem valores entre -1 e 1, em que valores mais próximo a 1 ou -1 indicam correlação forte positiva ou negativa e valores próximos a zero sinalizam ausência de correlação entre as variáveis. A utilização de diferentes cálculos de correlação seguido de diagrama de dispersão para a avaliação de indicadores bibliométricos é baseado em Lariviere e Gingras (2011). A elaboração do diagrama de dispersão e os cálculos de correlação foram realizados utilizando o software *jamovi*.

### 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta o total de documentos (N), o índice h (h) e a mediana geral de percentil de citações (MPC) para os pesquisadores bolsistas PQ-SR da Matemática.

Tabela 1 – Produção, índice h e mediana do percentil de citações (MPC) dos bolsistas PQ-SR

<b>Pesquisador PQ-SR</b>	<b>N</b>	<b>Índice h</b>	<b>MPC</b>	<b>Pesquisador PQ-SR</b>	<b>N</b>	<b>Índice h</b>	<b>MPC</b>
Lins Neto, A. (IMPA)	37	16	72	Vainsencher, I. (UFMG)	37	6	31
Araújo, A. O. (IMPA)	39	12	46	Palis Junior, J. (IMPA)	36	14	65
Lopes, O. A. (UFRGS)	90	15	53	Velho, L. P. R. (IMPA)	151	19	45
Figueiredo, D.G.(UNICAMP)	76	31	89	Soares, M. G. (UFMG)	22	6	43
Cardoso, F. A. F. (UFPE)	29	10	54	Sad, P. R. G. (IMPA)	25	10	55
Coelho, F. U. (USP)	53	15	53	Tribuzy, R. A. (UFAM)	25	8	48
Rodrigues, H. M. (USP)	30	10	52				
Média	50	13	54				
Mediana	37	12	53				
Coeficiente de Variação	73%	50%	27%				

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se (Tabela 1) uma alta dispersão (73%) entre os pesquisadores quanto ao volume de produção, assim como quanto ao índice  $h$  (50%). A alta dispersão quanto à produtividade pode estar associada ao tempo de contribuição científica desses bolsistas para a ciência, com pesquisadores mais antigos com maior lastro científico. Considerando que o índice  $h$  leva em consideração o lastro científico (produtividade) em seu cálculo, sua alta dispersão pode também ser explicada e associada ao tempo de produção científica dos bolsistas, uma vez que um pesquisador com alto índice  $h$  é necessariamente altamente produtivo, com  $h \leq N$ .

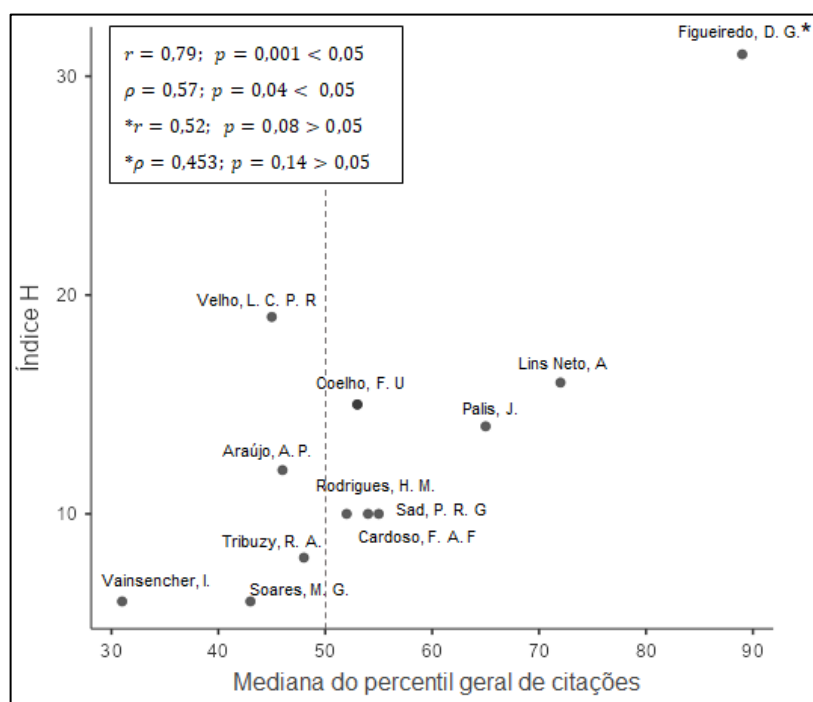
Por outro lado, o índice MPC apresenta baixa dispersão (27%) entre os pesquisadores, evidenciando que esta elite científica é, relativamente homogênea quanto ao impacto de citação em comparação com outras publicações do mesmo tipo, campo e ano. Em média, esses pesquisadores alcançaram MPC igual a 54, significando que, em média, suas publicações estão entre os 46% das publicações mais citadas do campo da Matemática, ao passo que os outros 54% das publicações tiveram menor impacto.

Calculadas as correlações entre total de documentos ( $N$ ) e índice  $h$  tem-se  $r = 0,59$  e  $\rho = 0,79$ , significando média ( $r$ ) e forte ( $\rho$ ) correlação positiva e significativa ( $p$ -valor $<0,05$ ) em ambos os cálculos. Entre  $N$  e a mediana geral do percentil de citações (MPC), as correlações foram:  $r = 0,07$  e  $\rho = 0,08$ , consideradas fracas (ou inexistentes). Assim, observa-se uma tendência de os autores mais produtivos não possuírem, necessariamente, as maiores MPC. Esse resultado corrobora o fato de o cálculo da MPC do Author Impact beamplot não ser influenciado pelo volume de produção, com pesquisadores menos produtivos podendo ter um alto valor de MPC, bastando que suas publicações se encontrem entre as mais citadas da área. Assim, evidencia-se que a mediana geral pode ser um indicador significativo para avaliar o impacto e contribuição do pesquisador para o avanço do campo, independente da sua produtividade e tempo de atuação.

Ilustrando esta característica entre os pesquisadores, observa-se que Velho e Lopes (mais produtivos com 151 e 90 documentos, respectivamente) têm o segundo maior (Velho com  $h=19$ ) e quarto (Lopes, com  $h=15$ ) maiores índice  $h$ , todavia seus MPCs não figuram entre os maiores, com valores respectivos iguais a 45 e 53. Por outro lado, os maiores valores de MPC (89, 72 e 64) são de Figueiredo, Lins Neto e Palis Junior, respectivamente, mas não são os mais produtivos, embora Figueiredo tenha o maior índice  $h$  ( $h=31$ ). Ainda, o bolsista Vainsencher, com menor valor de mediana (igual a 31), não é o autor menos produtivo ( $N = 37$ ).

Entre índice h e MPC, as correlações foram significativas:  $r = 0,79$ ;  $\rho = 0,57$  com  $p < 0,05$ . Todavia, essa intensa correlação pode estar associada ao bolsista Figueiredo, considerado um outlier (valores acima de  $[Q3 + 1,5(Q3 - Q1)]$ ) pelos altos valores do índice h e da mediana geral. Excluído este pesquisador do universo de análise, os valores de correlação decaem e se tornam estatisticamente não significativos ( $r = 0,52$ ;  $\rho = 0,453$  com  $p > 0,05$ ). Este fenômeno suscita possível independência entre os indicadores, pois, mesmo que com a presença do outlier, a correlação é intensa, mas não próxima a 1 para que haja uma redundância entre indicadores. A Figura 1 apresenta o diagrama de dispersão entre o índice h e MPC. A partir da linha tracejada (sobre o valor 50) de MPC, observam-se 7 pesquisadores com suas publicações entre as 50% mais citadas da Matemática e o comportamento distinto do outlier.

Figura 1 – Dispersão entre índice h e mediana do percentil geral de citações dos bolsista PQ



Fonte: Elaboração própria. \*outlier.

Esses resultados alinham-se aos observados por Silva e Grácio (2021), ao evidenciarem a incapacidade de o índice h de discriminar diferentes perfis na distribuição de citações, visto que a MPC bem como a representação do *Author Impact Beamplots* não privilegia necessariamente a alta produtividade dos autores, mas sim as citações recebidas pelos documentos, independente do tamanho da obra do autor, contribuindo para uma visualização mais precisa do impacto científico do pesquisador, representado pelas citações.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados coincidem com achados anteriores que mostram que o índice  $h$  é fortemente dependente da produtividade, reduzindo sua validade em comparações entre autores com produtividade diferente. A comparação sugere que o índice  $h$  oferece menos informações e menos nuances do que o refletido pela mediana do percentil geral de citações. Isso é confirmado pela falta de significância estatística entre ambos os indicadores.

Finalizando, considera-se que a mediana do percentil geral de citações permite comparações mais justas entre os pesquisadores, independentemente das suas produtividades acumuladas, dando importância somente à visibilidade e influência das publicações em lugar do volume total, oferecendo uma perspectiva distinta de avaliação do impacto, que posiciona a utilidade das suas publicações em relação às demais no campo, na perspectiva da comunidade.

## REFERÊNCIAS

BORNMANN, L. *et al.* Citation counts for research evaluation: standards of good practice for analyzing bibliometric data and presenting and interpreting results. **Ethics in science and environmental politics**, Oldendorf, v. 8, n. 1, p. 93-102, 2008.

BORNMANN, L. Redundancies in  $h$  index variants and the proposal of the number of top-cited papers as an attractive indicator. **Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives**, Philadelphia, v. 10, n. 3, p. 149-153, 2012a.

BORNMANN, L. *et al.* What factors determine citation counts of publications in chemistry besides their quality? **Journal of Informetrics**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 11-18, 2012b.

BORNMANN, Lutz; MARX, Werner. Distributions instead of single numbers: Percentiles and beam plots for the assessment of single researchers. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, Hoboken, v. 65, n. 1, p. 206-208, 2014.

CLARIVATE. **Essential Science Indicators**. [Online]. Philadelphia: Clarivate Analytics, 2022. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/essential-science-indicators/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

HILÁRIO, C. M.; GRÁCIO, M. C. C. Scientific collaboration in Brazilian research: a comparative study in the information science, mathematics, and dentistry fields. **Scientometrics**, Budapest, v. 112, p. 1-27, 2017.

LARIVIÈRE, V.; GINGRAS, Y. Averages of ratios vs. ratios of averages: An empirical analysis of four levels of aggregation. **Journal of Informetrics**, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 392-399, 2011.

PERIANES-RODRIGUEZ, A.; RUIZ-CASTILLO, J. A comparison of two ways of evaluating research units working in different scientific fields. **Scientometrics**, Budapest, v. 106, n. 2, p. 539-561, 2016.

PERIANES-RODRIGUEZ, A.; RUIZ-CASTILLO, J. The impact of classification systems in the evaluation of the research performance of the Leiden Ranking Universities. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, Hoboken, v. 69, n. 8, p. 1046-1053, 2018.

SCHUBERT, A.; GLÄNZEL, W.; BRAUN, T. Subject field characteristic citation scores and scales for assessing research performance. **Scientometrics**, Budapest, v. 12, n.5-6, p. 267–291, 1987. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02016664>.

SILVA, D. D.; GRÁCIO, M. C. C. Dispersion measures for h-index: a study of the Brazilian researchers in the field of mathematics. **Scientometrics**, Budapest, v. 126, n. 3, p. 1983-2011, 2021.

VAN RAAN, A. F. J. Measuring science. *In*: HANDBOOK of quantitative science and technology research. Dordrecht: Springer, 2004. p. 19-50.

WALTMAN, L. *et al.* Towards a new crown indicator: Some theoretical considerations. **Journal of informetrics**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 37-47, 2011.