

A INFLUÊNCIA DE AUTOCITAÇÕES NO FATOR DE IMPACTO: UMA ANÁLISE A PARTIR DA SIMULAÇÃO DE REDES DE CITAÇÃO

The influence of self-citations on the Impact Factor: an analysis based on the simulation of citation networks
La influencia de las autocitaciones en el Factor de Impacto: un análisis basado en la simulación de redes de citaciones



Luiz Gabriel Correia

Bacharel em Ciência da Computação, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, São Paulo, Brasil.

Mestrando em Ciência da Computação, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, São Paulo, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2590811517765922>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2721-4274>



Jesús P. Mena-Chalco

Doutor em Ciência da Computação, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil.

Professor Doutor, Universidade Federal do ABC (UFABC), Santo André, São Paulo, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4727357182510680>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7509-5532>

Resumo

Introdução: A manipulação do Fator de Impacto de Periódicos (JIF) por meio de decisões editoriais que aumentam autocitações vem sendo verificada empiricamente em estudos recentes, levantando discussões a respeito de como evitar más práticas. **Objetivo:** Este trabalho tem como objetivo verificar se uma política de remoção das autocitações do cálculo do JIF é suficiente para remover os incentivos à manipulação. **Metodologia:** Introduzimos um modelo baseado em agentes da rede social acadêmica formada pelos periódicos para testar tal hipótese. Nós modelamos os periódicos como agentes racionais buscando ganhar posições no *ranking* JIF. **Resultados:** Os resultados das simulações mostram que a remoção de autocitações consegue reduzir significativamente a adoção de estratégias de manipulação (e.g., redução de 90% para 30%). **Conclusão:** Esse estudo contribui para compreensão do papel das autocitações no JIF e fornece ferramentas para o desenvolvimento de políticas que promovam a integridade da ciência.

Palavras-chave: redes sociais acadêmicas; fator de impacto; modelagem baseada em agentes; integridade de pesquisa.

Abstract

Introduction: The manipulation of Journal Impact Factor (JIF) through editorial decisions that increase self-citations has been empirically verified in recent studies, raising discussions on how to prevent misconduct. **Objective:** This study aims to verify if a policy of removing self-citations from the calculation of JIF is sufficient to remove incentives for manipulation. **Method:** We introduce an agent-based model of the academic social network formed by journals to test this hypothesis. We model the journals as rational agents seeking to improve their positions in the JIF ranking. **Results:** Simulation results demonstrate that the removal of self-citations can significantly reduce the adoption of manipulation strategies (e.g., from 90% to 30% reduction). **Conclusion:** This study contributes to understanding the role of self-citations in JIF and provides tools for the development of policies that promote the integrity of science.

Keywords: social academic networks; impact factor; agent-based modelling; research integrity.

Resumen

Introducción: La manipulación del Journal Impact Factor (JIF) mediante decisiones editoriales que aumentan las autocitaciones ha sido verificada empíricamente en estudios recientes, generando debates sobre cómo evitar malas prácticas. **Objetivo:** Este trabajo tiene como objetivo verificar si una política de eliminación de las autocitaciones del cálculo del JIF es suficiente para eliminar los incentivos a la manipulación. **Metodología:** Introducimos un modelo basado en agentes de la red social académica formada por las revistas para probar esta hipótesis. Modelamos las revistas como agentes racionales que buscan mejorar su posición en el ranking del JIF. **Resultados:** Los resultados de las simulaciones muestran que la eliminación de las autocitaciones puede reducir significativamente la adopción de estrategias de manipulación (e.g., una reducción del 90% al 30%). **Conclusión:** Este estudio contribuye a la comprensión del papel de las autocitaciones en el JIF y proporciona herramientas para el desarrollo de políticas que promuevan la integridad de la ciencia.

Palabras clave: redes académicas Sociales; factor de impacto; modelado basado en agentes; integridad de la investigación.

1. Introdução

A avaliação da pesquisa científica frequentemente se utiliza de métricas que podem ser obtidas a partir da modelagem de redes sociais acadêmicas (KONG *et al.*, 2019). O Fator de Impacto de Periódicos (JIF) é uma métrica derivada de redes de citação frequentemente utilizada como indicador de qualidade (GARFIELD, 2006). No entanto, o uso de indicadores como o JIF tem levado a uma pressão crescente para publicar em periódicos de alto impacto, o que pode resultar em práticas questionáveis (MAGNUS, 2013; RICHARD MONASTERSKY, 2005).

Falagas e Alexiou (2008) identificaram quatro estratégias utilizadas para manipular o Fator de Impacto, incluindo a publicação de artigos de revisão e de editoriais, dois tipos de documentos que tipicamente possuem muitas autocitações. Outra estratégia identificada é a prática de citações coercitivas, em que revisores sugerem a adição de autocitações como condição para publicação. Além disso, foi observada a estratégia da “fila online”, em que os artigos são depositados em repositórios online antes da versão impressa, acumulando citações antes do período de contagem do JIF (FALAGAS; ALEXIOU, 2008).

Estudos posteriores, como o de Wilhite e colaboradores (2019), investigaram o impacto dessas estratégias propondo um modelo teórico de jogo de soma zero para investigar o impacto das estratégias editoriais. Eles verificaram que as quatro estratégias inflam significativamente o Fator de Impacto, com as autocitações tendo uma forte correlação com essas práticas. O estudo também analisou a presença de manipulação em diferentes áreas do conhecimento, refletindo a rede interdisciplinar dos periódicos. Os autores sugeriram a exclusão das autocitações do cálculo do JIF como uma possível política para desencorajar a manipulação (WILHITE; FONG; WILHITE, 2019).

No entanto, os efeitos sistêmicos dessa política ainda não foram explorados, já que não existem dados disponíveis que possibilitem uma comparação empírica de políticas alternativas de cálculo do JIF. Para tal, as políticas alternativas precisariam ser implementadas em larga escala antes mesmo de serem testadas. Dados diretos sobre o processo decisório dos editores também raramente estão disponíveis.

Neste contexto, a modelagem e simulação computacional surgem como uma abordagem alternativa para estudar os padrões emergentes em redes sociais acadêmicas quando dados diretos não estão disponíveis (NIGEL; KLAUS, 2005). A simulação baseada em agentes é especialmente relevante, pois permite representar as interações entre os agentes de forma explícita (RAILSBACK; GRIMM, 2019).

Neste trabalho, utilizamos a modelagem baseada em agentes para avaliar o impacto da política de remoção das autocitações do cálculo do JIF com objetivo de testar a hipótese de Wilhite e colaboradores (2019) propondo que tal mudança no cálculo do Fator de Impacto leva a uma diminuição de práticas de manipulação. Simulamos uma rede social acadêmica para representar a dinâmica de competição entre os periódicos e analisamos os resultados buscando responder a questão proposta. Os resultados apontados pela pesquisa podem ser relevantes para aprimoramento das políticas de pesquisa e diretrizes que garantam a integridade da pesquisa científica.

2. Procedimentos Metodológicos

O modelo baseado em agentes desenvolvido em *NetLogo* é descrito na subseção 2.1. Em seguida, os experimentos para validar o modelo e testar a hipótese são detalhados na subseção 2.2.

2.1 Descrição do modelo

O modelo foi desenvolvido utilizando o ambiente de programação *NetLogo* (WILENSKY, 1999). O *NetLogo* foi escolhido devido à sua ampla adoção entre os pesquisadores da área de modelagem e simulação baseada em agentes (ABMS) e à sua capacidade de permitir uma rápida prototipagem (RAILSBACK; GRIMM, 2019). O modelo é composto por submodelos para gerar artigos e periódicos, três mecanismos de manipulação baseados em autocitações infladas (artigos de revisão, editoriais e citações coercitivas) e mecanismos adaptativos que modelam as decisões editoriais. Foram implementadas duas políticas de cálculo do Fator de Impacto para comparar os dois cenários.

A modelagem foi baseada em quatro padrões distintos. Três padrões de distribuição de redes sem escala encontrados frequentemente na bibliometria e cientometria: número de artigos publicados por periódico, número de citações recebidas por artigo e valores do JIF por periódico. A distribuição total de publicações e citações deve reproduzir o chamado “Efeito Mateus” para que a competição simulada entre os editores ocorra em um cenário próximo ao observado no meio acadêmico atual. Por fim, os padrões de efetividade dos mecanismos de manipulação devem ser refletidos no modelo, com as estratégias de manipulação mostrando-se efetivas para inflar o JIF em condições próximas às encontradas empiricamente.

O modelo é composto por agentes representando elementos da publicação acadêmica (artigos, periódicos e disciplinas) e as conexões entre eles. Disciplinas são grupos de periódicos que publicam no mesmo campo. O ambiente é uma rede social com conexões citadas, sem considerar dimensões espaciais. Autores não são representados explicitamente, sendo considerados apenas os fatores necessários para reproduzir padrões de citações. Os processos seguem a ordem de publicação dos artigos.

As decisões editoriais são representadas no modelo com base na racionalidade maximizadora da utilidade esperada e na teoria dos jogos. Cada periódico possui uma função utilidade e um estimador Bayesiano para calcular a utilidade esperada dos resultados no *ranking*. O modelo implementa três estratégias de manipulação baseadas em autocitações: editoriais, revisões e citações coercitivas. Cada estratégia é modelada como um mecanismo que manipula referências para aumentar o número de autocitações. As proporções e os detalhes dos mecanismos são determinados pelos parâmetros da simulação.

O modelo utiliza a classificação dos periódicos no *SCIMago journal ranking* (SJR) (SCIMAGO, 2021) para definir as funções utilidade dos periódicos. A utilidade de um periódico j é determinada pela tendência de mudança em sua posição no *ranking*. Cada periódico j estima a probabilidade $P_j(r | m)$ de cada resultado r no *ranking* ser obtido dado que a estratégia m foi utilizada.

Inicialmente, a probabilidade *a priori* é inicializada uniformemente dentre o total de resultados possíveis. Nas etapas subsequentes, a probabilidade $P_j(r|m)$ é atualizada com a probabilidade estimada na iteração anterior sendo utilizada como *prior* na nova estimativa utilizando o teorema de Bayes. O *likelihood* $P_j(m|r)$ é calculado a partir das proporções observadas na vizinhança de cada periódico, i.e., periódicos que publicam nas mesmas disciplinas.

A partir das estimativas, a utilidade esperada $E[U_j(m)]$ de cada estratégia m é definida como:

$$E[U_j(m)] = \sum_r P_j(r|m)U_j(r, m)$$

Por fim, cada periódico j pode atualizar sua estratégia escolhendo aquela que maximiza a utilidade esperada:

$$j.\text{strategy} \leftarrow \underset{m}{\operatorname{argmax}} E[U_j(m)]$$

2.2 Experimentos

Para garantir a validade dos resultados experimentais obtidos a partir de um modelo computacional, é necessário passar pelas etapas de verificação e validação (NIGEL; KLAUS, 2005). A verificação envolve a comparação do modelo implementado em código com sua descrição formal utilizando o protocolo *Overview, Design concepts, Details* (ODD) por meio de testes unitários (GRIMM *et al.*, 2010). A etapa de validação baseia-se na Modelagem baseada em Padrões (POM), que envolve a escolha de padrões característicos do fenômeno, preferencialmente qualitativos, que podem ser comparados entre a simulação e os dados empíricos (GRIMM *et al.*, 2005).

Os parâmetros da simulação para gerar as distribuições de artigos e periódicos foram baseados nos valores extraídos do SJR de 1999 a 2019. Os parâmetros dos mecanismos de manipulação e decisões editoriais foram obtidos por análise de sensibilidade. A coleta de dados consistiu na medição de variáveis de interesse em cada réplica da simulação. A média dos resultados de cada réplica gerou um conjunto de dados representativo do comportamento geral do modelo, descontando os efeitos estocásticos, utilizado para análise estatística.

O número de réplicas necessárias para obter um resultado médio representativo do comportamento estocástico foi calculado considerando o Coeficiente de Variação $c_v = \frac{\sigma}{\mu}$ adotando um fator de tolerância $E=0,001$ para cada variável de interesse no modelo. Esta abordagem já se mostrou adequada para ABMs (LEE *et al.*, 2015). Os valores de c_v indicam que 150 réplicas garantem estabilidade suficiente nos resultados. Portanto, todos os experimentos foram repetidos 150 vezes, considerando as médias dos resultados obtidos.

Realizamos a validação qualitativa do modelo considerando padrões e efetividade das estratégias. Os experimentos de validação dos padrões compararam o modelo base com os dados empíricos do SJR, analisando distribuições de escala, como número de artigos por periódico, número de citações por artigo e valor do JIF por periódico. Como hipótese nula, esperamos que a proporção de autocitações permaneça constante no modelo base.

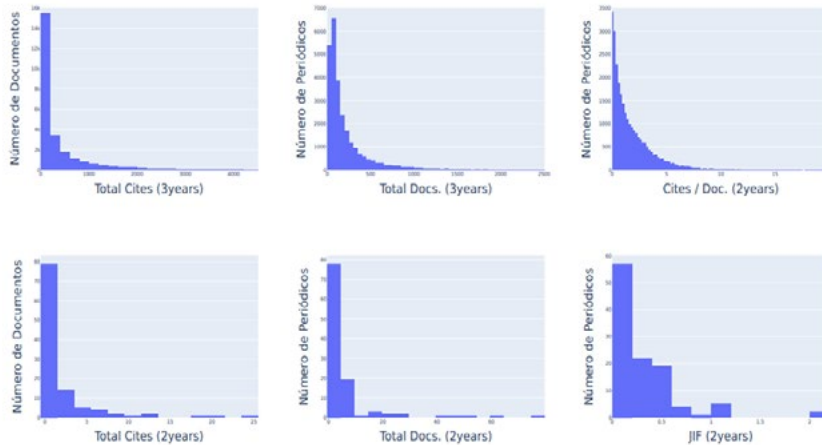
Os experimentos de validação da efetividade das estratégias compararam o modelo base com modelos que utilizam heurísticas fixas, onde uma parcela fixa dos periódicos utiliza uma das estratégias editoriais. Três experimentos

foram realizados, cada um com uma estratégia diferente, observando a proporção de periódicos manipuladores no topo do *ranking* em comparação com sua presença no *ranking* geral.

Por fim, realizamos uma comparação de políticas de cálculo do JIF, executando o modelo em dois cenários diferentes: um com cálculo usual do Fator de Impacto (*Cenário 1*), incluindo todas as citações, e outro com remoção das autocitações (*Cenário 2*). Cada cenário foi executado 150 vezes, coletando-se a média dos resultados. O teste de hipótese foi realizado utilizando uma tabela de contingência e o teste exato de Fisher para verificar a influência da política de cálculo do JIF na distribuição de periódicos manipuladores no *ranking*.

3. Resultados

Figura 1 - Comparação dos três padrões de distribuição para o ranking SCIMago 2021 (acima) e o ranking obtido a partir da simulação (abaixo).

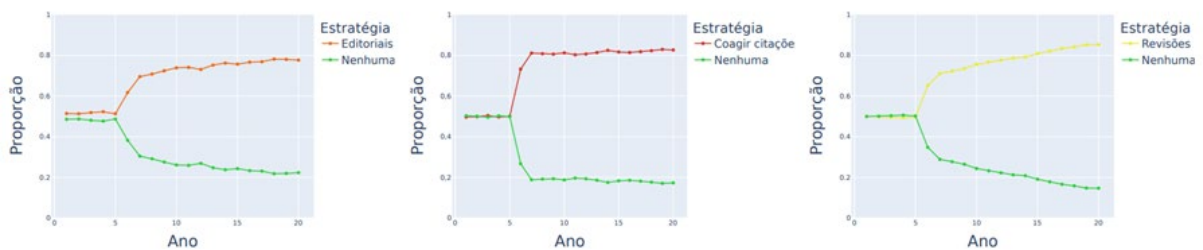


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados de validação mostram que o modelo base reproduz os padrões de distribuição esperados em uma rede sem escala. Os gráficos comparativos entre o modelo base e o ranking SCIMago demonstram a capacidade do modelo em gerar distribuições semelhantes de periódicos, artigos e citações (FIGURA 1).

Os experimentos com as estratégias revelam a efetividade desses mecanismos em inflar o JIF, resultando na dominação dos periódicos manipuladores no Top 10 do ranking. (FIGURA 2).

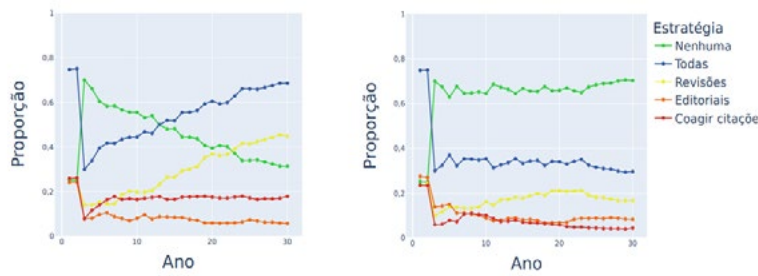
Figura 2 - Participação das estratégias no Top 10 quando sua frequência no ranking geral é fixa em 50% As estratégias começam a ser aplicadas com t = 5.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O padrão visto na (FIGURA 3) mostra como a distribuição de periódicos seguindo cada estratégia evoluiu no decorrer da simulação, sendo obtido a partir da média de 150 réplicas da simulação com taxa inicial de periódicos manipuladores de 75%. No lado esquerdo está a distribuição no ranking no Cenário 1 e no lado direito a mesma distribuição para o Cenário 2.

Figura 3 - Comparação da evolução da proporção de manipuladores no ranking geral nos cenários 1 (esquerda) e 2 (direita).



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados obtidos para o teste exato de Fisher para cada uma das 3 distribuições da variável dependente (frequência no ranking do JIF) correspondentes para a razão de chances de: 4,76 (para proporção inicial de 0,25); 4,78 (para proporção inicial de 0,5); e de 5,13 (para proporção inicial de 0,75), todos com $p < 0,0001$. Os resultados obtidos para o ranking geral indicam uma forte associação entre as variáveis, e como $p < 0,05$ pode-se rejeitar a hipótese nula de independência entre as variáveis. Dentre os periódicos do Top 10, a proporção de periódicos usando alguma estratégia de manipulação foi reduzida de 90% para 30% quando comparamos os dois cenários.

Desta forma, segundo o modelo teórico anteriormente proposto na literatura (WATTS; GILBERT, 2011; WILHITE; FONG; WILHITE, 2019) e adotado nesta simulação, podemos concluir que a política de cálculo do JIF com remoção de autocitações reduz a presença de periódicos manipuladores no ranking do Fator de Impacto, em concordância com a hipótese proposta por Wilhite e colaboradores (2019).

4. Considerações Finais

Os experimentos mostraram que a remoção das autocitações do cálculo do Fator de Impacto é uma política efetiva para reduzir os incentivos para manipulação, resultando em uma redução significativa na presença de periódicos manipuladores no *ranking*. O modelo proposto foi capaz de gerar os padrões essenciais de redes acadêmicas, demonstrando ser uma alternativa viável para avaliar o impacto de políticas de pesquisa. Por não considerar os autores na modelagem, no entanto, não é possível explorar o papel dos autores na competição dos periódicos.

Como trabalhos futuros, os resultados preliminares apresentados aqui serão melhor explorados com experimentos mais robustos, tanto com uma maior amostra de periódicos, tanto com uma exploração sistemática do espaço de parâmetros. A modelagem também pode ser expandida com modelos de simulação da inovação científica, possibilitando investigar o impacto das estratégias de manipulação na qualidade dos artigos e na resolução de problemas científicos, e incluir a representação dos autores para uma modelagem mais completa de redes sociais acadêmicas heterogêneas.

Referências

- FALAGAS, Matthew E.; ALEXIOU, Vangelis G. The top-ten in journal impact factor manipulation. **Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis**, v. 56, n. 4, p. 223, 29 jul. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00005-008-0024-5>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- GARFIELD, Eugene. The History and Meaning of the Journal Impact Factor. **JAMA**, v. 295, n. 1, p. 90–93, 4 jan. 2006. Disponível em: <https://tinyurl.com/2p98mpwb>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- GRIMM, Volker; BERGER, Uta; DEANGELIS, Donald L.; POLHILL, J. Gary; GISKE, Jarl; RAILSBACK, Steven F. The ODD protocol: A review and first update. **Ecological Modelling**, v. 221, n. 23, p. 2760–2768, 2010. Disponível em: <https://tinyurl.com/te8uzm7b>.
- GRIMM, Volker; REVILLA, Eloy; BERGER, Uta; JELTSCH, Florian; MOOIJ, Wolf M.; RAILSBACK, Steven F.; THULKE, Hans-Hermann; WEINER, Jacob; WIEGAND, Thorsten; DEANGELIS, Donald L. Pattern-Oriented Modeling of Agent-Based Complex Systems: Lessons from Ecology. **Science**, v. 310, n. 5750, p. 987–991, 11 nov. 2005. Disponível em: <https://tinyurl.com/mwjxd4ty>. Acesso em: 30 maio 2023.
- KONG, Xiangjie; SHI, Yajie; YU, Shuo; LIU, Jiaying; XIA, Feng. Academic social networks: Modeling, analysis, mining and applications. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 132, p. 86–103, 15 abr. 2019. <https://tinyurl.com/mrvcac53>. Acesso em: 26 out. 2021.
- LEE, Ju-Sung; FILATOVA, Tatiana; LIGMANN-ZIELINSKA, Arika; HASSANI-MAHMOOEI, Behrooz; STONEDAHL, Forrest; LORSCHIED, Iris; VOINOV, Alexey; POLHILL, J. Gary; SUN, Zhanli; PARKER, Dawn C. The Complexities of Agent-Based Modeling Output Analysis. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 18, n. 4, p. 4, 2015. Disponível em: <https://www.jasss.org/18/4/4.html>.
- MAGNUS, David. Overthrowing the Tyranny of the Journal Impact Factor. **The American Journal of Bioethics**, v. 13, n. 7, p. 1–2, 1 jul. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15265161.2013.807709>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- NIGEL, Gilbert; KLAUS, Troitzsch. **Simulation For The Social Scientist**. 2. ed. United Kingdom: Open University Press, 2005.
- RAILSBACK, Steven F.; GRIMM, Volker. **Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction**. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 2019.
- RICHARD MONASTERSKY. The Number That's Devouring Science. **Chronicle of Higher Education**, 8. v. 52, p. 14, 2005. Disponível em: <https://www3.nd.edu/~pkamat/citations/chronicle.pdf>.

SCIMAGO. SCImago Journal & Country Rank [Portal]. 2021. Disponível em: <https://www.scimagojr.com/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

WILENSKY, Uri. **NetLogo**. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Northwestern University, Evanston, IL: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, 1999. Disponível em: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>.

WILHITE, Allen; FONG, Eric A.; WILHITE, Seth. The influence of editorial decisions and the academic network on self-citations and journal impact factors. **Research Policy**, v. 48, n. 6, p. 1513–1522, 1 jul. 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/2p9h4zp9>. Acesso em: 24 mar. 2022.