

Produção e impacto científico da utilização do *Zebrafish* como um modelo alternativo de pesquisa no Brasil

Scientific production and impact of the use of *Zebrafish* as an alternative model of research in Brazil

Ediane Maria Gheno

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
edianeghen@hotmail.com

Denis Broock Rosemberg

Universidade Federal de Santa Maria
dbrosemberg@gmail.com

Diogo Onofre de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
diogo@ufrgs.br

Luciana Calabró

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
luciana.calabro.berti@gmail.com

Resumo

Este estudo investiga, através de indicadores cientiométricos, as características da produção científica, impacto e colaboração de pesquisas sobre o *zebrafish* na ciência brasileira indexada na *Web of Science*. O uso do *zebrafish* (*Danio rerio*) como organismo modelo experimental tem alcançado notória importância em pesquisa científica nos últimos anos. Constata um crescimento na produção científica sobre o *zebrafish* em âmbito nacional e internacional. No Brasil, o estado com maior produção é o Rio Grande do Sul e a Instituição de Ensino Superior com maior número de registros é a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Identifica crescimento e estabilidade no impacto de citações. A média do Fator de Impacto dos periódicos é mais alta nos trabalhos com coautoria internacional. Sugere-se para ampliação deste estudo a análise de redes de colaboração institucional em âmbito nacional e internacional.

Palavras-chave: cienciometria, bibliometria, comunicação científica, *zebrafish*.

Abstract

This study investigates scientometric indicators of scientific production, impact and collaboration of research conducted using zebrafish by the Brazilian community indexed in the Web of Science. In the recent years, the use of zebrafish (*Danio rerio*) as an experimental model has achieved remarkable importance in terms of scientific production. In fact, there is an exponential growth in the scientific production using zebrafish. In Brazil, Rio Grande do Sul is the state with the highest number of scientific publications, particularly the Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, which constitutes the institution of higher education with the highest number of records. Identifies growth and stability in citation impact. Remarkably, the average of impact factor is significantly higher when working in international collaboration. To expand this study, it is suggested to analyze institutional collaborations network at national and international levels.

Key words: scientometrics, bibliometrics, scientific communication, zebrafish.

Introdução

O uso do *zebrafish* (*Danio rerio*) como organismo modelo experimental tem alcançado notória importância nas pesquisas científicas nos últimos anos. A semelhança dos genes do *zebrafish* com os genes humanos tem estimulado a comunidade científica a utilizá-lo como alternativa ao uso de outros animais, como roedores, em diferentes áreas do conhecimento. O *zebrafish* é conhecido popularmente como paulistinha ou peixe zebra (SILVEIRA, SCHNEIDER e HAMMES, 2012). Em virtude da relevância deste animal à prática científica e pelos os avanços obtidos a partir do seu uso, este estudo busca investigar, a partir de indicadores cienciométricos, as características da produção científica, do impacto e da colaboração de pesquisas sobre o *zebrafish* na ciência brasileira indexada na *Web of Science*.

O *zebrafish* é uma espécie de peixe em que suas informações hereditárias encontram-se decodificadas, apresentando um elevado grau de homologia (aproximadamente 70%) aos genes do ser humano (HOWE et al, 2013). Mesmo com os avanços nas políticas científicas, a eliminação total de animais em experimentos é ainda um desafio para a ciência. Como a descoberta da ação de drogas e a potencial inovação tecnológica na síntese de fármacos ainda depende de testes biológicos, o *zebrafish* reúne características relevantes por atender o critério dos 3 Rs (*replacement, refinement, reduction*). Por possuir mecanismos genéticos e bioquímicos evolutivamente conservados, a utilização do *zebrafish* em estudos de triagens possibilita uma redução no uso de animais de maior porte, em uma primeira instância, como roedores, e de diminuir significativamente a quantidade necessária de compostos a ser testada (visto que os mesmos podem ser administrados intraperitonealmente em um pequeno volume) (ROSEMBERG et al., 2011).

Com os avanços informacionais e tecnológicos, parâmetros métricos se consolidam no meio científico para mensurar produção, impacto, investimentos e capital humano (MUGNAINI, 2013). Neste contexto, permeado pelos avanços da tecnologia e pelo uso do computador, Eugene Garfield, fundador do *Institute of Scientific Information* (ISI), cria, em 1963, o *Science Citation Index* (SCI), primeiro índice de citação. Trata-se de um marco para o aprimoramento das técnicas bibliométricas (ARAÚJO, 2006).

Tague-Sutcliffe (1992) define bibliometria como o estudo dos aspectos quantitativos da produção, dispersão e uso da informação registrada e se vale de padrões e modelos

matemáticos. Já a cienciometria é definida como o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica (TAGUE-SUTCLIFE, 1992). A cienciometria é responsável pela análise da evolução da produção científica a partir dos indicadores de publicação (SPINAK, 1998). Atualmente, estes indicadores tornaram-se essenciais, pois servem para (re)definir políticas públicas, avaliar os rumos da ciência, refletir sobre as políticas científicas e visualizar o crescimento quantitativo da ciência (MACIAS-CHAPULA, 1998).

Os indicadores cienciométricos aqui utilizados são definidos por Macias-Chapula (1998) como: Produção (número de trabalhos publicados que refletem os produtos da ciência), Citação (impacto dos artigos) e Coautoria (colaboração em nível nacional e internacional). Além deles, inclui-se o Fator de Impacto (FI), indicador publicado pelo *Journal Citation Reports (JCR)*, *Thompson Reuters*, que tem como objetivo avaliar de forma quantitativa os periódicos científicos (STREHL, 2005).

O ato de colaboração parte de afinidades e de metas comuns a serem atingidas. Para Katz e Martin (1997, p. 9), a cooperação entre dois ou mais pesquisadores é a unidade fundamental da colaboração. Contudo, há outros níveis de colaboração que podem ser reconhecidos ‘entre’ ou ‘dentre’ diferentes níveis (individual, grupo, departamento, instituição, setor, nação) e distinções (*Intra*: dentro de uma mesma nação; *Inter*: diferentes nações). Os autores utilizam coautoria como sinônimo de colaboração e que seus efeitos são passíveis de verificação.

O FI foi criado por Garfield e Sher, em 1963, como meio de avaliar a qualidade dos periódicos. O FI é calculado pelo número de citações recebidas dividido pela quantidade de artigos publicados pelo periódico (mesmo ano). Atualmente, as agências de fomento brasileiras, como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), usam o FI para avaliar a comunidade de pesquisadores (STREHL, 2005).

Meneghini (2012) apresenta duas tendências de publicação dos resultados de pesquisa no Brasil, a Rota Seletiva (Periódicos estrangeiros) e a Rota Regional (Periódicos nacionais). O impasse de ambas as tendências está na visibilidade, no reconhecimento e no prestígio dos periódicos, o qual é medido pelo FI. Para o autor, os participantes da Rota Seletiva alcançam maior visibilidade junto à comunidade científica e têm autoridade para interferir politicamente nas decisões.

Visto que o *zebrafish* é uma espécie que tem contribuído para o avanço nas pesquisas em diversas áreas da ciência e que apresenta vantagens ao uso de roedores, este trabalho pretende despertar o interesse de instituições de ensino (públicas e privadas), empresas e governo em criar novos centros de pesquisa e investir em melhorias dos que já existem como. Como não há estudos cienciométricos sobre o tema, este estudo pode ser útil à comunidade científica para compreender algumas características da produção científica relacionada à utilização do *zebrafish* como organismo alternativo no Brasil.

Metodologia

Esta pesquisa consiste num estudo cienciométrico, realizado com base em indicadores de produção, impacto e colaboração (MACIAS-CHAPULA, 1998), obtidos a partir da produção científica que utiliza o *zebrafish* e que tenha pelo menos um autor que declarado na afiliação vínculo com instituição brasileira.

A coleta de dados deu-se na base de dados *Web of Science (WoS)*, pertencente ao *Institute for Scientific Information (ISI)*, do grupo *Thompson Reuters*, no dia 3 de março de 2015, utilizando o acesso pela “Principal Coleção do Web of Science”. O termo escolhido no campo de busca foi “Zebrafish” e, como segunda opção de campo, se fez uso do operador booleano “OR” com o termo “Danio rerio”. Os tipos de documentos selecionados foram: *article*, *proceeding paper* e *review*. O período do referente estudo compreende os anos de 1955 (primeiro registro sobre o tema) a 2014. Os resultados obtidos nesta primeira busca foram de 25.480 registros, correspondendo à produção científica mundial. Após, fez-se uso da opção “Refinar resultados” para delimitar a pesquisa por país, no caso “Brazil”. Os resultados alcançados foram de 318 registros. A escolha pela respectiva base de dados deu-se pela sua abrangência em termos de cobertura. Todos os dados coletados referentes aos registros foram importados e normalizados no Microsoft MSeExcel®.

Este estudo refere-se aos 318 registros, total de trabalhos de pesquisadores que declararam em sua afiliação algum vínculo com instituição brasileira (doravante considerado produção científica brasileira). A partir destes dados, buscou-se identificar se há autor correspondente brasileiro, o seu vínculo institucional, obtido através da Instituição de Ensino Superior (IES), e a Unidade Federativa da instituição. A análise a partir de autor(a) correspondente deu-se pelo importante papel que ele(a) desempenha como mediador(a) (equipe de pesquisa e editor das revistas ao qual se submetem os artigos), como responsável para possíveis revisões e, como em alguns casos, ser o(a) coordenador(a) do projeto ou grupo de pesquisa.

Para medir o impacto das citações foi utilizado uma janela de 3 anos, seguindo os critérios metodológicos do *Journal Citation Reports (JCR)*, soma das citações dividido pelo número de artigos (mesmo ano). As médias avaliativas do impacto correspondem aos anos 1999, 2002, 2005, 2008, 2011 e 2014.

Posteriormente, verificaram-se as tendências da comunicação científica, observando a origem dos periódicos em que os resultados foram publicados. Outro ponto observado foi a colaboração nacional e internacional.

A partir das informações acima obtidas, optou-se pela divisão de três grupos (A, B e C) para calcular a média de Fator de Impacto dos periódicos (FI coletado no *JCR*, referente ao ano de 2013), a saber: A: Produção com autor correspondente brasileiro sem coautoria internacional; B: Produção com autor correspondente brasileiro com coautoria internacional; C: Produção com autor correspondente internacional com coautoria nacional. A criação desses grupos deu-se pelas suas particularidades e pela possibilidade de relacionar impacto versus origem da colaboração (nacional ou internacional).

Resultados

A produção científica mundial do tema *zebrafish* é de 25.480 registros. O primeiro artigo é datado de 1955. Deste ano até os finais dos anos 1980 não há profundas modificações em termos de produtividade. É somente a partir dos anos de 1990 que a produção científica no tema tem um crescimento ininterrupto (Figura 1).

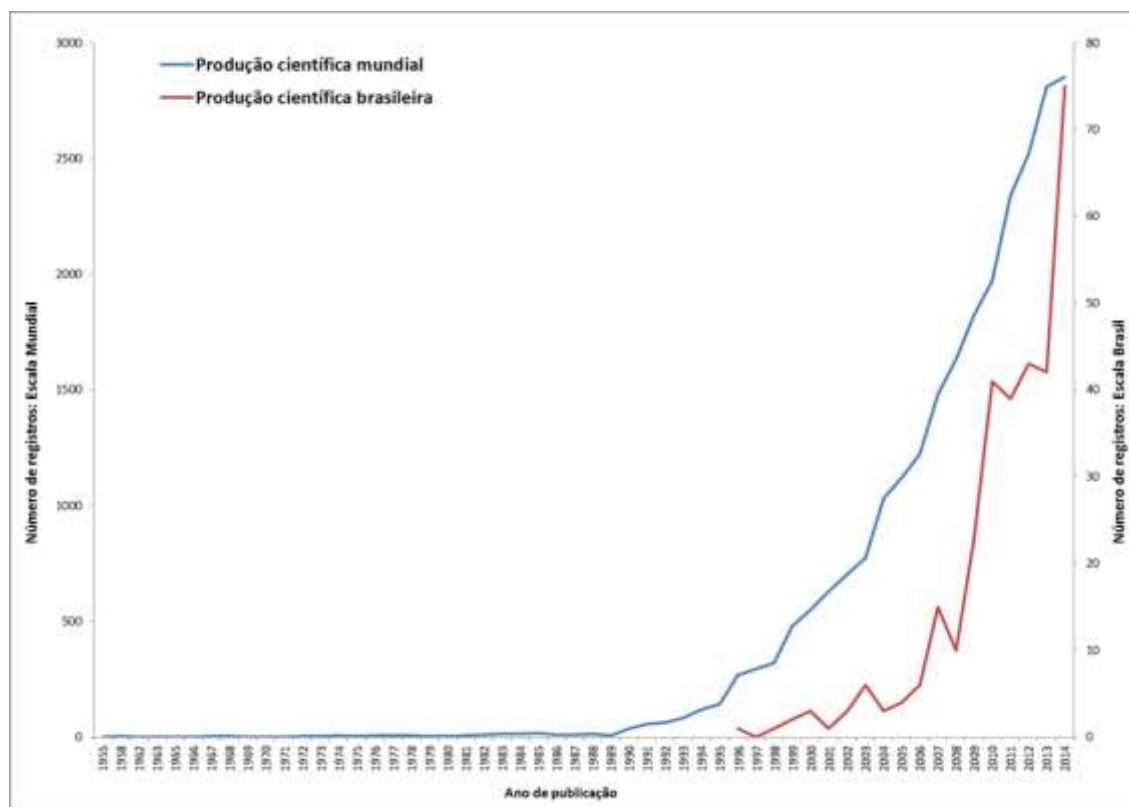


Figura 1: Distribuição anual da produção científica sobre o *zebrafish* no mundo (1955-2014) e no Brasil (1996-2014).

A produção científica brasileira envolvendo a utilização do *zebrafish* se dá a partir de 1996 (Figura 1). Deste ano até 2014 o número de registros é de 318. Há oscilações na produção entre os anos de 1996 e 2008. Em 2009, o número de registros publicados chega a 23, praticamente o dobro em comparação com o ano anterior (em 2008 foram 10 registros). Desde então, a produção científica vem aumentando de forma significativa. Em 2014, registra-se 75 trabalhos.

Dos 318 registros com afiliação brasileira, em 257 deles o autor correspondente é pesquisador brasileiro. Os demais estão distribuídos nos respectivos países de origem: Estados Unidos (26), Inglaterra (7), Holanda (5), Escócia (4), Espanha (4), Portugal (3), Alemanha (3), Canadá (3), Argentina (2), França (2), Áustria (1) e Japão (1).

Dos 257 registros, tendo pesquisadores brasileiros como autor correspondente, buscou-se identificar os dez autores com maior número de registros. Os seguintes pesquisadores se destacam: Bonan, CD (PUC-RS, 22 registros), Marins, LF (FURG, 15), Maximino, C (UFPA, 14), Bogo, MR (PUC-RS, 11), Barcellos, LJJ (UPF, 9), Monserrat, JM (FURG, 6), Rosemberg, DB (UFRGS, 6), Costa, ML (UFRJ, 4), Da Silva, RS (PUC-RS, 4) e Vianna, MR (PUC-RS, 4).

Dentre as IES dos autores correspondentes, a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) se sobressai com 53 registros; depois estão a Fundação Universidade de Rio Grande (FURG, 30 registros), a Universidade de São Paulo (USP, 20), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 19), Universidade Estadual Paulista (UNESP, 18), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 15), Universidade Federal do Pará (UFPA, 12), Universidade de Passo Fundo (UPF, 9), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz, 8) e

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, 7). Foram consideradas as dez IES com maior número de registros.

Quanto às Unidades Federativas, o estado do Rio Grande do Sul concentra o maior número de autorias correspondentes (122), em seguida estão os seguintes estados: São Paulo (54), Rio de Janeiro (22), Pará (18), Minas Gerais (13), Paraná (11), Brasília (7), Manaus (5), Santa Catarina (4) e Ceará (1).

O impacto de citações (janela de 3 anos) nos forneceu as seguintes médias avaliativas dos períodos analisados: 1999 (1), 2002 (3,5), 2005 (1,5), 2008 (1,96), 2011 (3,17) e 2014 (3,41). Em 2002, a média avaliativa do impacto foi superior aos demais períodos. Ao verificarmos os registros para melhor entender esse pico na média, constatamos que um artigo detém 61,9% das citações, representando maior uso pela comunidade científica e elevando desta forma a média. A partir de 2005, o impacto de citações apresenta crescimento e estabilidade.

No que diz respeito às tendências da produção científica brasileira, 90% dos trabalhos foram publicados em periódicos estrangeiros.

Identificamos que 90% da produção científica brasileira é feita em colaboração (registros que envolvem mais de um autor). 32% dos trabalhos publicados foram produzidos em colaboração com pesquisadores estrangeiros (colaboração internacional), 57% em colaboração nacional (entre pesquisadores da mesma instituição e/ou entre instituições brasileiras) e 10% sem colaboração, ou seja, publicações com apenas 1 autor

Para analisar o impacto, adotou-se, conforme mencionado na metodologia, uma divisão a partir de três grupos A, B e C. A produção com autor correspondente brasileiro sem coautoria internacional (grupo A), com 214 registros, obteve uma média de FI de 2.33. O grupo B, com 43 registros, refere-se à produção com autor correspondente brasileiro com coautoria internacional e a média de FI é de 3.15. Já o grupo C, com 61 registros, é referente à produção com autor correspondente internacional com coautoria nacional e a média de FI é de 4.74.

CONCLUSÃO

A produção científica mundial sobre o *zebrafish* cresce a partir da década 1990 de forma ininterrupta. No Brasil, especificamente, a produção científica começa no ano de 1996, seis anos após a consolidação do tema na literatura internacional. A partir de 2009 constatou-se um crescimento contínuo da produção científica, porém muito inferior à produção internacional.

Na produção nacional, os autores correspondentes com maior número de registros são provenientes do estado do Rio Grande do Sul e a IES que se destaca é a PUC-RS. Este crescimento no sul do Brasil pode estar relacionado ao fato da PUC-RS ser uma das entidades pioneiras nos estudos sobre o *zebrafish* como organismo modelo experimental.

A partir de 2005, o impacto de citações apresenta crescimento e estabilidade. Este indicador aponta que a produção científica brasileira está tendo impacto junto à comunidade científica, servindo de referência para outros estudos.

Outro fator a ser mencionado é a internacionalização da pesquisa brasileira. Notou-se que a escolha dos pesquisadores em divulgar os seus resultados em periódicos estrangeiros chega a 97%.

Observou-se que a coautoria internacional é de 33%. Esta prática, segundo Kutz e Martins (1997), tem crescido nos últimos anos e que questões de cunho social, político e econômico podem estar envolvidas. Além disso, os autores referenciam a influência da colaboração no impacto dos trabalhos. Neste caso, a colaboração internacional impacta na média de FI. Observou-se que o grupo A, composto por autores brasileiros sem coautoria internacional, a média de FI é mais baixa em comparação com os grupos B e C, com colaboração internacional. O trabalho colaborativo entre pesquisadores é de grande importância para melhorar os resultados e potencializar a produção científica. Quando comparada a pesquisadores isolados, a colaboração científica ressignifica o fazer ciência desse grupo (Weisz; Roco, 1996 apud BALANCIERI et al, 2005).

O grupo pretende, para ampliação deste estudo, fazer a análise de redes de colaboração institucional em âmbito nacional e internacional. Para Vanti (2011, p. 23), os indicadores de coautoria permitem refletir sobre as redes sociais colaborativas (nacional ou internacional) estabelecidas entre pesquisadores, instituições e países.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

BALANCIERI, R. et al. A análise de redes de colaboração científica sob as novas tecnologias de informação e comunicação: um estudo na Plataforma Lattes. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 34, n. 1, out. 2005. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/viewArticle/619/551>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

HOWE, K. et al. The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. **Nature**, n. 496, p. 498-503, 25 abr. 2013. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v496/n7446/full/nature12111.html#close>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

KATZ, J. S.; Martin, B. R. What is research collaboration?. **Research Policy**, v. 26, p. 1-18, 1997. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com.ez45.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998.

MENEGHINI, R. Publicação de periódicos nacionais de ciência em países emergentes. **Educação em Revista**, Belo horizonte, v. 28, n. 2, p. 435-442, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edur/v28n2/a20v28n2.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

MUGNAINI, R. 40 anos de Bibliometria no Brasil: da bibliografia estatística à avaliação da produção científica nacional. In: HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini; LETA, Jacqueline (Orgs.). **Bibliometria e cienciométrica**: reflexões teóricas e interfaces. São Carlos, SP: Pedro e João Editores, CAPES, 2013.

ROSEMBERG, D. B. et al. Differences in Spatio-Temporal Behavior of Zebrafish in the Open Tank Paradigm after a Short-Period Confinement into Dark and Bright Environments. **Plos One**, v. 6, n. 5, maio, 2011. Disponível em: <<http://link.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

SILVEIRA, T. R. da; SCHNEIDER, A. C.; HAMMES, T. O. Zebrafish: modelo consagrado para estudos de doenças humanas. **Ciência e Cultura**, v. 64, n. 2, p. 4-5, abr./jun. 2012. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v64n2/a02v64n2.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2015.

SPINAK, E. Indicadores cientimétricos. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/spinak.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

STREHL, L. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 19-27, jan./abr. 2005.

TAGUE-SUTCLIFE, J. An introduction to informetrics. **Information Processing and Management**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com.ez45.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2015.

VANTI, N. A cienciometria revisitada à luz da expansão da ciência, da tecnologia e da inovação. **Ponto de Acesso**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 5-31, dez. 2011. Disponível em: <www.pontodeacesso.ici.ufba.br>. Acesso em: 16 jan. 2015.