

# ANÁLISE QUANTITATIVA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA: O CASO DA EMBRAPA MEIO AMBIENTE

Franciele de Oliveira Bitencourt<sup>1</sup>; Alfredo José Barreto Luiz<sup>2</sup>.

## INTRODUÇÃO

A Cientometria é a ciência de medir e analisar a ciência. Na prática, a cientometria só pode ser efetuada por meio da bibliometria, que é a medida das publicações científicas.

A Cientometria moderna tem como base principal os trabalhos de Derek J. de Solla Price e Eugene Garfield. Este último fundou o Instituto para a Informação Científica, o qual é frequentemente citado nas análises cientométricas.

A bibliometria é uma parte da Cientometria que aplica métodos matemáticos e estatísticos a toda a literatura de caráter científico e aos autores que a produzem, com o objetivo de estudar e analisar a atividade científica. Para isso, se apóia em leis bibliométricas, baseadas no comportamento estatístico regular que ao longo do tempo tem mostrado os diferentes elementos que formam parte de a Ciência. Os instrumentos utilizados para medir os aspectos deste fenômeno social são os indicadores bibliométricos, medidas que proporcionam informação sobre os resultados da atividade científica em qualquer de suas manifestações.

Leis bibliométricas

Lei de crescimento exponencial

Derek J. de Solla Price constatou que o crescimento da informação científica se produz a um ritmo muito superior ao de outros fenômenos sociais, mas muito similar a outros fenômenos observáveis em contextos naturais, como os processos biológicos (Price, 1963 e 1965). Tal crescimento é tal, que cada 10-15 anos a informação existente se duplica com um crescimento exponencial, ainda que isto dependa em grande parte da área de conhecimento de que se trata. Propôs ainda varias etapas: uma fase de crescimento exponencial propriamente dita, na qual a taxa de crescimento é proporcional ao tamanho da amostra, e uma fase de crescimento linear, na qual a taxa de crescimento é constante ou independente do tamanho do sistema. As etapas são as seguintes:

Fase 1: precursores

---

<sup>1</sup> Estudante de Química Ambiental, IBILCE/UNESP São José do Rio Preto.

<sup>2</sup> Pesquisador A, Embrapa Meio Ambiente, alfredo@cnpma.embrapa.br.

Fase 2: crescimento exponencial

Fase 3: crescimento linear

Fase 4: colapso do campo científico

Sem dúvida, não só a literatura científica cresce de forma exponencial, como também o número de pesquisadores, motivo pelo qual a primeira conclusão que obteve Price do crescimento exponencial foi a contemporaneidade da ciência, expressão que reflete o fenômeno que consiste em que o número de pesquisadores na atualidade constitui quase o total de todos os que existiram no passado, sendo o número de pesquisadores que existiram no passado uma proporção quase irrelevante diante do número atual. Entretanto, um crescimento exponencial não pode manter-se ao infinito, ou seja, deve existir um limite chamado teto ou limite de saturação. Admitido este limite, Price postulou que o crescimento da ciência tem forma de curva logística.

Lei da produtividade dos autores

Lotka demonstrou que a relação trabalhos/autor segue um comportamento constante sob determinadas circunstâncias (Potter, 1988). Esta lei determina que partindo de um número de autores com um único trabalho sobre um tema determinado, é possível prever o número de autores com n trabalhos mediante a seguinte fórmula:

$$A(n) = K / n^2$$

Sem dúvida, não se trata apenas de analisar o número de autores de um período determinado, mas sim de localizar os autores mais produtivos. Se conclui que a medida que aumenta o número de trabalhos, o número de autores diminuirá.

Lei de dispersão da literatura científica

Esta lei se ocupa do estudo da dispersão da literatura científica. Bradford realizou numerosos estudos estatísticos e obteve a conclusão de que existe um número de trabalhos científicos sobre um tema determinado concentrado em um reduzido número de revistas, as quais, por sua vez, podem distribuir-se em várias zonas concêntricas de produtividade decrescente (Bradford, 1976).

Ou seja, se consultamos a literatura especializada observamos que existe um número de trabalhos agrupados em um pequeno número de revistas chamado "núcleo". Se quisermos

recuperar o mesmo número de artigos em outro conjunto de revistas, será necessário reunir um número muito maior delas, e assim sucessivamente.

## Indicadores bibliométricos

### Indicadores de produção

Estes indicadores se baseiam no computo de publicações científicas. São os mais fáceis de utilizar e nos proporcionam informação sobre as características das unidades analisadas. O número de publicações é uma medida ponderada da atividade científica, mas não do progresso científico. Estes indicadores estão condicionados por fatores políticos e sociais.

Medem a produtividade científica, que é a quantidade de publicações produzida por um autor, país ou instituição durante um período de tempo determinado. A produção média se mantém constante ao redor de 2 publicações por autor, aproximadamente.

Também medem o índice de produção, que é a quantidade de autores responsáveis por 50% dos trabalhos publicados. Isto serve para classificar os autores em três níveis segundo sua produção. Também medem o índice de transitoriedade, que é a quantidade de autores responsáveis por um único trabalho.

### Indicadores de circulação

Medem a presença de documentos nas bibliotecas e bases de dados bibliográficas. Estão condicionados pela especialização e pelo idioma das publicações. Estes indicadores são utilizados para ver a distribuição das revistas e sua cobertura nas bases de dados. Os principais indicadores são:

Número de trabalhos em circulação: quantidade de trabalhos indexados nas bases de dados.

Índice de circulação: quociente do número de trabalhos em circulação e a totalidade de trabalhos publicados por uma revista em um período de tempo.

Índice de produtividade de circulação: logaritmo do número de trabalhos em circulação.

### Indicadores de dispersão

É importante estudar a dispersão da informação científica devido à grande variabilidade destas dispersões, pois algumas vezes os trabalhos se concentram em um número muito reduzido de revistas, enquanto que em outras, se dispersam em uma quantidade

muito elevada. Algumas vezes a zona de máxima densidade coincide com revistas especializadas, mas, frequentemente coincidem com revistas de caráter mais geral.

#### Indicadores de uso da literatura científica

O consumo de informação se mede através do computo de publicações e pela análise de referências. A diferença entre as referências e as citações é que, nas primeiras, se faz referência aos trabalhos publicados com anterioridade e as citações são recebidas de trabalhos posteriores.

#### Indicadores de visibilidade ou impacto

Baseiam-se nas contagens do número de citações que recebem os documentos durante um período determinado de tempo ou a partir de sua publicação. A média é de 15 referências por artigo. O recebimento de citações é muito assimétrico.

Price disse que 50% das referências se distribuem entre o total da literatura e os 50% restantes se concentra em um número muito reduzido de trabalhos, que é o que se denomina a frente de investigação.

Um dos indicadores mais usados e importantes é o fator de impacto (FI), que é uma medida da freqüência média com que o artigo de uma revista foi citado em um período de tempo. Basicamente mede a relação entre as citações recebidas e os artigos publicados em uma revista. Podemos distinguir entre um fator de impacto esperado e um fator de impacto observado.

#### Indicadores de colaboração

Estes indicadores medem as relações que existem entre os produtores ou agentes científicos e que resultaram na publicação conjunta de trabalhos científicos. Se baseiam nos dados de autoria.

#### O ISI e suas bases de dados

O *Information Sciences Institute* (ISI) da Filadélfia, criado por Garfield, publica e mantém uma série de produtos que são úteis para a realização de estudos bibliométricos (Garfield, 1972).

#### Science Citation Index

O SCI é uma base de dados produzida desde os anos 60 e que cobre as áreas de ciências naturais e exatas das revistas mais representativas de todo o mundo. Entre a informação abrangida, registra as referências que aparecem nos documentos,

independentemente da qualidade ou tipo de documento. Para cada documento se registra o nome de todos os autores participantes, assim como as filiações ou centros de trabalho de todos eles (Strehl, 2005).

As bases de dados do ISI são as mais utilizadas porque se tratam de bases multidisciplinares que consultam todas as revistas de todos os campos da ciência, e contêm uma série de campos com características bibliográficas que registram os dados de:

Autor; Título do documento; Fonte de publicação; Endereço completo; Tipo de documento; Idioma e Número de referências, que contém, tanto o número de vezes que um trabalho foi citado por outros documentos posteriores, como o número de citações a documentos anteriores.

#### Aplicações dos estudos bibliométricos

Em grandes linhas, os estudos bibliométricos se aplicam na busca do conhecimento da produção científica dos pesquisadores, da atividade científica de um país, dos autores mais produtivos, de como se dispersa a literatura científica, e do envelhecimento da ciência.

No âmbito da gestão de bibliotecas e centros de documentação, é importante para as aquisições de livros ou revistas. No âmbito da ciência e da tecnologia, nos permite avaliar as atividades e as políticas científicas, realizar estudos sobre a ciência, avaliar os pesquisadores e os centros de pesquisa, etc.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esse trabalho tem como objetivo analisar a produção científica da Embrapa Meio Ambiente, durante um passado recente 2004-2007. Essa análise é uma ferramenta muito importante para a gestão de P&D, pois permite ter uma visão geral do que foi feito e assim, estabelecer objetivos e metas para o futuro, inclusive identificando pontos fortes e eventuais lacunas a serem preenchidas, colaborando conseqüentemente com a elaboração de novos Planos Diretores.

Primeiramente foi construída uma base de dados com todos os artigos científicos publicados em periódicos indexados, com pelo menos um dos autores pertencente à Embrapa Meio Ambiente, de 2004 a 2007. A partir desses dados foram construídas planilhas separadas por tópicos ou anos, que permitiu analisar separadamente todas as variáveis: revistas, palavras

chave, idioma, fator de impacto e autores; em cada período. Essas planilhas forneceram uma visão conjunta da produção e produtividade dos pesquisadores da Unidade de Pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 66 pesquisadores estudados, 57 publicaram como autor ou co-autor pelo menos um artigo nos anos considerados e 30 participaram de pelo menos um artigo por ano em média no período. Foram publicados 202 artigos em 103 periódicos diferentes, preferencialmente nos idiomas português e inglês respectivamente, exceto no ano de 2007, em que as publicações em inglês superaram em 33% as de português.

Há concentração de 65% dos artigos em 32 revistas e apenas 8 pesquisadores publicaram 10 ou mais artigos no período. Foram publicados 57 artigos em 2007, superando em 23% a produção de 2004.

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Artigos	44	54	47	57
Idiomas	2	2	3	3
ING	14	24	22	37
PRT	30	30	24	19
ESP	-	-	1	1
Revistas	26	39	40	47
Palavras chave	243	253	193	201
<b>Autores</b>	126	147	144	165
<b>Embrapa Meio Ambiente</b>	39	34	35	38
Nível de Impacto	4,622	18,316	18,517	41,179

## CONCLUSÕES

Com esse trabalho concluímos que a Cientometria pode ser uma ferramenta muito importante para instituições de pesquisa como a Embrapa, que necessitam acompanhar o avanço da ciência e tecnologia, aprimorando cada vez mais a gestão da pesquisa e desenvolvimento.

Essa quantificação da produtividade permite avaliar o que foi feito, o que faltou e buscar, assim, cenários futuros estratégicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\* 202 artigos periódicos indexados, 2004-2007, consultados na biblioteca da Embrapa Meio Ambiente.

<http://www.sciencegateway.org/impact/index.html>

BRADFORD, J. L. Critique and response to papers - focus on curriculum-development process. **Biosciences Communications**, v.2, n.4, p. 219-225, 1976.

BURTON, R. E.; KLEBER, R.W. The “half-life” of some scientific and technical literatures. **American Documentation**, v.2, n.1, p. 18-22, Jan. 1960.

GARFIELD, E. Citation analysis as a tool in journal evaluation: journals can be ranked by frequency and impact of citations for science policy studies. **Science**, Washington, v. 178, n. 4060, p. 471-479, Nov. 1972.

LUIZ, A. J. B. Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 407-428, 2002.

POTTER, W. G. Of making many books there is no end - bibliometrics and libraries. **Journal of academic librarianship**, v.14, n.4, p.238, set. 1988.

PRICE, D. J. S. **Little Science, Big Science**. Columbia Univ. Press, New York, 1963.

PRICE, D. J. S. Networks of scientific papers: the pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front. **Science**, 149(3683): 510-515, Jul. 30, 1965.

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.

Prpić, K. Changes of scientific knowledge production and research productivity in a transitional society. **Scientometrics**, v.72, n.3, set. 2007, pp. 487-511(25).