

A Lei de Lotka sobre a Produtividade de Autores: aplicabilidade do quadrado inverso

LOTKA'S LAW OF INTELLECTUAL PRODUCTIVITY

SILAS MARQUES DE OLIVEIRA *

Analisa-se várias investigações na área de produtividade de autores comparando-se os resultados de estudos aplicados a diversos assuntos. Verifica-se a relação existente entre assuntos da mesma área. Verifica-se se as previsões de Lotka são válidas tanto para assuntos das ciências exatas quanto para ciências humanas. Utilizam-se resultados já obtidos em estudos anteriores para testar a previsão de VOOS verificando se os assuntos realmente passam por um contínuo, das ciências exatas até as ciências humanas.

1. INTRODUÇÃO

Vários modelos de análise da produção de trabalhos científicos têm sido sugeridos na tentativa de melhor conhecer a natureza da ciência e utilizar métodos científicos para observar o seu desenvolvimento, surgindo

* Prof. do Departamento de Pós-Graduação em Biblioteconomia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, S.P.

assim um novo ramo do conhecimento científico: a bibliometria.

Em 1969, KOCHEN afirmou que «uma nova disciplina intelectual parece estar surgindo. É o estudo do processo pelo qual o conhecimento cresce». (8:186) RAO, analisando em 1980 os efeitos de mudanças sociais em relação à produtividade científica, afirma que «em anos recentes, vários modelos formais analíticos e previsíveis têm sido desenvolvidos para descrever o fenômeno da produção científica e que a produção científica é frequentemente medida em termos da produção de trabalhos publicados» (14:110). Para comprovar esta afirmação, menciona trabalhos realizados por Lotka, Schorr, Schokley, Hersh, Williams, Murphy, Coile, Solla Price e outros.

Embora KOCHEN (8:186) tenha afirmado que essa tendência era devido ao surgimento de uma nova disciplina, onze das dezoito citações de RAO (14) são anteriores a 1969.

Realmente, a forma pela qual a pesquisa é produzida tem sofrido grandes mudanças desde a Segunda Grande Guerra, tanto quantitativa quanto qualitativamente. O envolvimento do governo e da indústria, diretamente através da criação de laboratórios particulares e indiretamente por meio de contratos e convênios com universidades, tem resultado em um sistema intencional de produção de novos conhecimentos.

Este processo está relacionado com o desenvolvimento na universidade, provocando uma mudança do sistema de valores, de um que premiava a pedagogia excelente a um que prestigia a produção de pesquisa. Como resultado dessa mudança, um grande número de pessoas se encontra adentrando em profissões nas quais a pesquisa possui um valor predonderante, se não dominante, e nas quais eles têm sido sujeitados a pressões sempre crescentes quanto à produtividade científica.

A luz dessas mudanças, é razoável questionar se os padrões de produção científica também sofreram alterações.

Há mais de 50 anos, Alfred Lotka, um estatístico americano de uma companhia de seguros, sugeriu uma fórmula para medir a produtividade científica, pois, ao analisar as publicações na área de física e química (10) observou a existência de uma regularidade notável com respeito ao padrão de publicação.

Essa fórmula permite analisar a produtividade dos autores em uma determinada área do conhecimento humano, ao se verificar a produção individual de cada autor em relação uns aos outros, pois esta «regularidade» observada por Lotka diz respeito a uma proporção regular existente entre o número de autores que publicam um só trabalho e o número de autores que publicam dois, três, quatro... trabalhos numa mesma área.

2. A LEI DE PRODUTIVIDADE DE AUTORES DE LOTKA

Lotka descobriu, ao analisar as publicações nas áreas de física e química, que o número de cientistas produzindo «n» trabalhos era proporcional a $1/n^2$; ou seja, para cada cem cientistas publicando um único artigo, vinte e cinco publicaram dois artigos ($n = 2$; $100/n^2 = 25$); onze publicaram três artigos ($n = 3$; $100/n^2 = 11$); seis publicaram quatro artigos ($n = 4$; $100/n^2 = 6$); e assim por diante. O número de cientistas com «n» contribuições é $1/n^2$ daqueles que contribuem com apenas um artigo.

SOLLA PRICE, citado por BOOKSTEIN (2:206), afirmou que esse padrão não é recente, tem sido verificado através de estudos da história da ciência moderna e pode estar continuando até hoje.

Depara-se, portanto, com uma situação paradoxal: enquanto que, por um lado, o ambiente de produção científica tem passado por mudanças substanciais, por outro, os padrões de produtividade indicam uma estabilidade misteriosa.

3. APLICAÇÃO DA LEI DE LOTKA

Embora MURPHY (11:461) tenha advertido que o estudo em que LOTKA determinou sua lei foi limitado à química e à física e que ele nunca inferiu que sua lei fosse aplicável além das ciências físicas, BOOKSTEIN (2:206) afirma que as investigações indicam que padrões semelhantes podem ser extrapolados para outros campos.

Muitos estudos foram realizados na tentativa de testar a validade da lei de LOTKA em relação às disciplinas das ciências sociais, pois existe o conceito de que a lei de LOTKA só é aplicável às **hard sciences**.

Demonstrando essa preocupação, MURPHY (11:461) intitula seu estudo sobre a literatura de história da tecnologia, escrito em 1973, de «Lotka's law in the humanities?» e chega à conclusão que aquela lei se aplica a esse campo das ciências humanas. No entanto, HUBERT (7:66) contesta, observando que «contribuições múltiplas têm sempre sido credenciadas apenas ao autor principal». Entretanto, através da análise desses estudos, este autor chegou à conclusão que $1/n^{2,6}$ se ajusta melhor aos dados obtidos por MURPHY e não $1/n^{2,0}$.

Em um trabalho singular, BOMENY afirma que «o resultado da análise provou o princípio da lei...» (1:38) ao analisar a produtividade em relação à correspondência particular de Getúlio Vargas no período de 1930 a 1939. Ao se analisar mais detalhadamente os resultados obtidos, pode-se afirmar que $1/n^{2,7}$ se ajusta melhor a este campo.

Outro campo das ciências humanas ao qual a lei de LOTKA foi aplicada com «sucesso» é o da literatura sobre mapotecas, analisada por SCHORR (16), embora aqui, novamente, sugere-se que a lei do inverso quadrado de $1/n^{2,6}$ se adapte melhor. No entanto, SCHORR (15) verificou que para a literatura de biblioteconomia, a lei se aplicaria melhor se fosse mudada para $1/n^4$. VOOS (21) sugeriu que $1/n^{3,5}$ se adaptaria melhor à literatura de ciência da informação e, ao analisar-se os dados resultantes dos estudos de SCHORR (17:208) sobre a literatura de história da medicina legal, concluiu-se que a lei precisaria ser $1/n^{2,8}$, confirmando a sua conclusão de que os resultados não apoiam a lei do quadrado inverso e, portanto, a lei de LOTKA não é verdadeira na área de história da medicina legal.

Está demonstrado que os resultados de três das seis áreas das ciências humanas estudadas, (biblioteconomia, história da medicina legal e ciência da informação) comprovam que a lei de produtividade de autores de LOTKA não se ajusta a tal ramo do conhecimento humano, e que o estudo de três áreas (história da tecnologia, mapotecas e correspondência de Getúlio Vargas) cujos autores concluem que a lei de LOTKA é confirmada, poderia ser melhor analisado se pequenas alterações forem efetuadas na fórmula original, mesmo levando-se em consideração que SCHORR (15) usou o teste do χ^2 (qui-quadrado) para verificar se a diferença entre os resultados encontrados e o previsto por LOTKA era significativa.

Embora MURPHY (11) tenha respondido afirmativamente à sua pergunta: «Lotka's law in the humanities?», ao concluir que a lei de LOTKA se aplica à literatura de história da tecnologia, os testes até aqui realizados não indicam que essa lei seja aplicável ao campo das ciências humanas.

Interessante notar que essas investigações revelam que a lei de LOTKA não pode ser aplicada a algumas disciplinas das chamadas **hard sciences**, como exemplo, na literatura médica brasileira, estudada por OLIVEIRA & CALDEIRA onde se ajustou a lei para $1/n^{0,8}$, na literatura sobre astronomia, analisada por KRISCIUNAS (9); na literatura de ciência da computação por RADHA-KRISHNAN & DERNIZAN (13) e ainda, na literatura de siderurgia brasileira, por GUSMÃO (6), sendo que nestes casos, a lei foi ajustada para $1/n^{1,4}$, $1/n^{3,0}$ e $1/n^{2,5}$ respectivamente.

Um fato curioso ocorre com a literatura médica, pois os resultados obtidos por OLIVEIRA & CALDEIRA (12) indicam que a lei de LOTKA não é verdadeira para a literatura médica brasileira, ao passo que TERRADA & NAVARRO (20) concluem que a lei se aplica perfeitamente à literatura médica espanhola, sendo que o expoente ajustável ao assunto é $1/n^{1,999} \cong 1/n^{2,0}$.

Ciente da não aplicabilidade da Lei de LOTKA a todos os assuntos VOOS (21:271) chegou a indicar que o padrão de publicação dos vários assuntos passa por um contínuo, das **hard sciences** até as **soft sciences**.

3.1 Aplicabilidade do quadrado inverso

Tendo em vista as disparidades apontadas anteriormente, elaborou-se o gráfico 1 para verificar se esta afirmação possui fundamento em relação aos estudos citados neste trabalho. Distribuídos na abscissa, estão os valores de 1 a 14, representando um contínuo das ciências puras e aplicadas, (**hard sciences**) até as ciências humanas (**soft sciences**). No eixo das ordenadas designou-se os expoentes que representam os ajustes da lei de LOTKA elaborados para os diversos assuntos. Os expoentes menores deveriam representar as ciências puras, e os elevados as ciências humanas.

Mesmo que a tabulação do contínuo, partindo das ciências puras até as ciências humanas, não esteja completamente coerente, nota-se que os expoentes das ciências puras variam entre 0,8 e 3,0 e os expoentes das ciências humanas entre 2,6 e 4,0, havendo, portanto, superposicionamento entre elas. Note-se ainda, que a ciência pura em seu mais alto grau (astronomia) = grau 1 = $1/n^{1,4}$ está abaixo do estimado por LOTKA, embora outros assuntos, como a literatura de medicina espanhola (grau 5 = $1/n^{2,0}$) e de siderurgia brasileira (grau 4 = $1/n^{2,5}$) se ajustem ao previsto por LOTKA. O expoente mais elevado ($1/n^{4,0}$) foi atingido pelo assunto considerado no estudo atual, a de grau 10, ou seja, a penúltima das ciências humanas, biblioteconomia, na classificação utilizada.

TABELA 1

Ajustamento da Lei de Lotka à Diversas Disciplinas

GRAU H/S	ASSUNTOS	EXPOENTE
1	Astronomia	1,4
2	Econometria	2,7
3	Ciência da Computação	3,0
4	Siderurgia Brasileira	2,5
5	Literatura Médica Espanhola	2,0
6	Literatura Médica Brasileira	0,8
7	Botânica	2,7
8	Micetologia (24,81)	2,4
9	Mapotecas	2,6
10	Biblioteconomia	4,0
11	Ciências da Informação	3,5
12	História da Tecnologia	2,6
13	História da Medicina Legal	2,8
14	Correspondência de Getúlio Vargas	2,7
MÉDIA		2.5

Para conseguir a curva prevista por VOOS, seria necessário posicionar os assuntos no seguinte contínuo:

Mapotecas
História da Tecnologia → Correspondência de Getúlio Vargas → Botânica
Econometria
→ História da Medicina Legal → Ciência da Computação
→ Biblioteconomia

GRAU: $6 \rightarrow 1 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 9 \rightarrow 7 \rightarrow 13 \rightarrow 3 \rightarrow 11 \rightarrow 10$

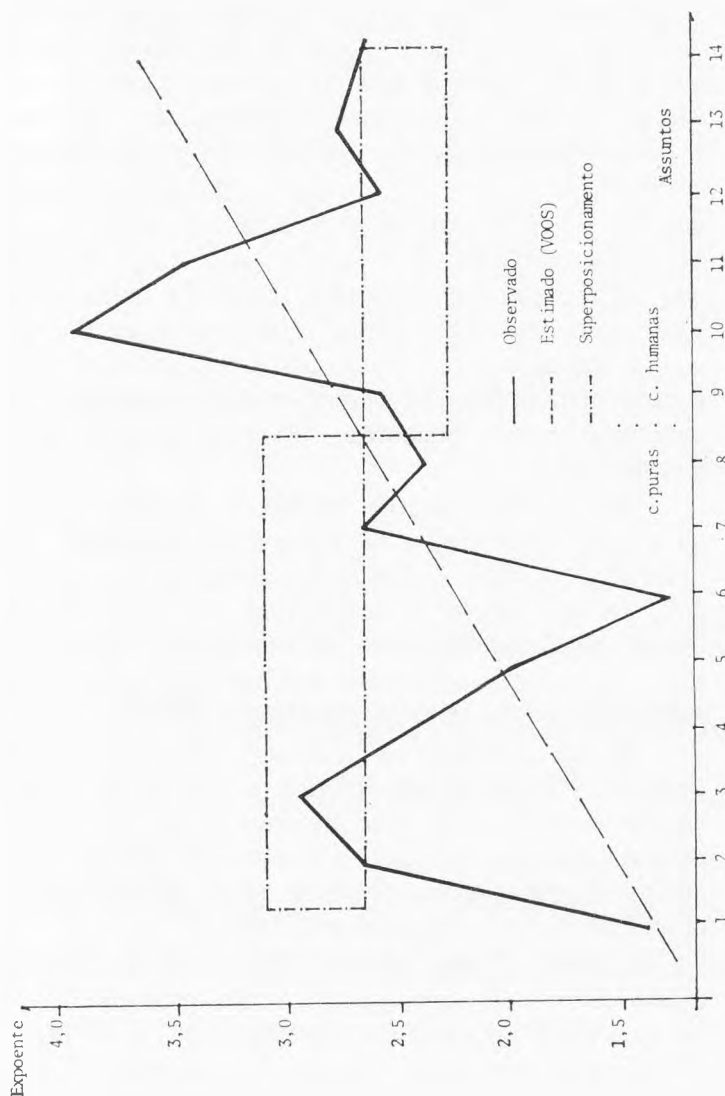
Na tentativa de generalizar a lei de produtividade de autores para as ciências em geral, Solla Price (15) ajustou a lei de Lotka para $1/n^{3.0}$. Verificou-se que a média apresentada pelos 14 assuntos é de $1/n^{2.5}$, ou seja, um meio termo entre o previsto por Lotka e o ajustado por Solla Price.

GRÁFICO 1

1. Astronomia
2. Econometria
3. C. da Computação
4. Siderurgia Bras.

5. Medicina Esp.
6. Medicina Bras.
7. Botânica
8. Micetologia
9. Mapotecas

10. Biblioteconomia
11. C. da Informação
12. Hist. da Tecnologia
13. Hist. da Med. Legal
14. Corr. de G. Vargas



Ajustamento da Lei de Lotka nos diversos assuntos

FONTE: Tabela 1

4. VALIDADE DO AJUSTAMENTO DA LEI DE LOTKA POR SOLLA PRICE

A natureza da ciência não é a única barreira para a aplicação da lei de LOTKA a outras disciplinas além da química e da física. Vários pesquisadores indicam que a lei de LOTKA é aplicada apenas àquelas em que os autores publicam um número reduzido de trabalhos.

Após haverem mencionado a lei de LOTKA, OLIVEIRA & CALDEIRA (12:9) afirmam que «esta relação implica que se ela é adequada para todos os autores num determinado campo, seu número será finito e menor que $II^2/6$, aproximadamente 1.65 do número de autores de um artigo, sempre que o total for finito, o que é improvável. A relação subestima o número de autores mais produtivos, porém se aplica completamente para aqueles que publicaram um número reduzido de trabalhos».

Ciente dessa questão, MURPHY (11:461) adverte, ao analisar a literatura de história da tecnologia, que «este é um campo de pequeno número de autores, que pode induzir alguns a suspeitarem de uma curva do inverso quadrado distorcida na extremidade inferior, ou seja, mais artigos publicados por um número menor de autores do que o previsto pela lei de LOTKA».

BRAGA (3:166), ao analisar o pensamento de Derek de SOLLA PRICE, informa que a lei de LOTKA não se ajusta à alta produtividade e que «acima de determinada linha divisória, o número de autores produzindo 'n' documentos decresce mais rapidamente, a proporção que se aproxima de $1/n^{3.0}$ ».

GUSMAO (6:26), citando SOLLA PRICE (18) comenta que: «não se ajustando à alta produtividade, a lei de LOTKA necessita de modificações», e foi SOLLA PRICE quem ajustou a fórmula que serviria — tanto

para os autores que publicam um número elevado de trabalhos quanto para os que publicam poucos. Isso indica que, para as ciências em geral, existe um número elevado de alta produtividade, onde os cientistas escrevem mais do que o estimado pela lei e diz que «o número de pessoas enquadra-se melhor no cubo inverso e não no inverso quadrado». (8:48)

A lei de LOTKA foi abordada por SOLLA PRICE (18) de maneira a permitir a acumulação dos resultados. Assim, um em cinco autores produz cinco ou mais documentos, e um em dez produz ao menos dez documentos.

O ajuste dos resultados alcançados por SOLLA PRICE indica que o número de autores com pelo menos «n» publicações é proporcional a $1/n (k + m)$, onde «k» é o parâmetro de quinze publicações por autor, que demarca uma divisória entre produção normal e muito elevada.

A fórmula de LOTKA, ajustada por SOLLA PRICE, leva às seguintes conclusões: cerca de 1/3 da literatura e menos de 1/10 de autores estão associados com alta produtividade; há em média 3,5 documentos por cientista. Assim, um campo contendo 1000 documentos tem cerca de 300 autores, dos quais 10 são altamente prolíferos; 30 produzem mais de 10 documentos cada, e 180 produzem apenas 1 único documento.* (3)

A última conclusão contradiz em parte o reajuste sugerido por SOLLA PRICE, pois justificou que a lei com seu reajuste serviria tanto para autores com grande

* TERRADA & NAVARRO criticam o ajuste proposto por SOLLA PRICE, afirmando que «este método continua sendo empírico, de tentativa, e dificilmente generalizável» e tem recebido pouco interesse por parte dos autores... e como «o ajuste para os autores com grande número de trabalhos publicados é deficiente», ajustaram um modelo de tipo $AN = k.n$,

número de trabalhos publicados como para autores com reduzido número de publicações e, conforme o exemplo acima, a percentagem de autores que publicam apenas um artigo é de 60.0%, ou seja, a mesma prevista pela lei de LOTKA, apesar de Solla Price & Gurseý (19:23) afirmarem que a nova lei indica que esta percentagem seja de 53,4%.

4.1 Número de autores que publicaram apenas um artigo

Em realidade, existe uma contradição, pois Lotka chegou à sua lei ao analisar a literatura de química e física, que fazem parte das chamadas **hard sciences**, portanto, conforme Solla Price, deveriam contar com autores prolíferos, ou seja, menor percentagem de autores com apenas um artigo cada.

sem pressupor um valor *a priori* de $\alpha = 2$ para o expoente. (20:10)

$$\chi^2(\alpha) = \sum \frac{\left(A_n - \frac{\sum A_n \cdot n^{-\alpha}}{\sum n^{-\alpha}} \right)^2}{\frac{\sum A_n}{\sum n^{-\alpha}}}$$

Embora alguns trabalhos como os de Braga (3), Gusmão (6), Price & Gurseý (19), Voos (21), fizessem referências ao ajuste de Solla Price, nenhum pesquisador o empregou em suas investigações, muito embora alguns deles tenham chegado à conclusão que $1/n^3$ se ajusta melhor aos assuntos por eles estudados, como as investigações realizadas por Voos (21) Radhakrishnan & Dernizan (13) e Oliveira & Caldeira, (12).

Embora pareça um indicador viável, deve-se notar ainda, que a proposta de Terrada & Navarro não foi utilizada por qualquer um dos autores mencionados no presente estudo.

Apoiando Solla Price, Voos (21) afirma: «... deve ser notado que se o número de publicações for tomado como medida de produtividade, o que é atualmente aceito e, se verdadeiramente for uma medida de **hardness** de uma ciência, então torna-se óbvio que quanto maior for o grau de **hardness** de uma ciência, o mais provável é que os autores publicarão múltiplos artigos durante a sua existência e não apenas um, como acontece nas várias ciências.

O gráfico 2 foi elaborado com o intuito de se verificar a validade desta afirmação em relação às disciplinas aqui citadas. Utilizando a mesma seqüência, partindo das ciências puras até as humanas, verificam-se os seguintes resultados em relação à percentagem de autores que publicaram apenas um trabalho:

TABELA 2

Número de Autores que Publicam apenas um Artigo em
relação a Classificação H/S de Diversos Assuntos

GRAU H/S	ASSUNTOS	Nº DE AUTORES	%	TOTAL DE AUTORES
1	Econometria	436	60,0	721
2	C. da Computação	509	84,0	599
3	Siderurgia Bras.	485	66,8	726
4	Medicina Espanhola	19309	63,3	30501
5	Medicina Brasileira	4467	78,6	5678
6	Botânica	432	72,1	599
7	Mapotecas	245	75,1	326
8	Biblioteconomia	84	84,0	100
9	C. da Informação	—	88,0	—
10	Hist. da Tecnologia	130	76,0	170
11	Hist. da Med. Legal	767	76,0	1010
12	Corresp. de Vargas	195	54,7	356
Média		246	74,4	340

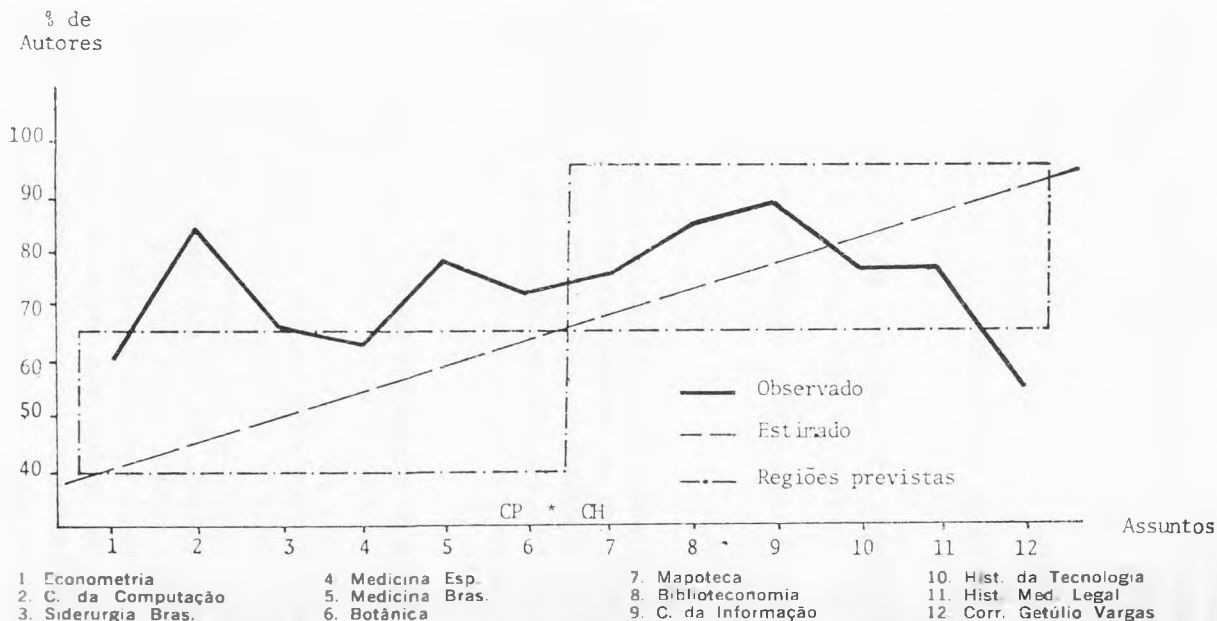
Note-se que as extremidades estão invertidas novamente. De acordo com o raciocínio de SOLLA PRICE e de VOOS, a correspondência de Getúlio Vargas (Grau 12), seria uma ciência pura em seu mais elevado grau, pois apenas 54,7% dos autores publicaram uma única vez, e ciência da computação (Grau 2) uma ciência humana, com alto grau de **softness** pois 84,0% dos autores publicaram apenas um artigo, embora a percentagem mais elevada pertença a uma disciplina da área das ciências humanas — ciência da informação, (Grau 9), sendo que 88,0% dos autores publicaram apenas um trabalho.

Percebe-se uma grande semelhança entre as disciplinas história da tecnologia e história da medicina legal, ambas com 76,0%. As de literatura médica espanhola e literatura médica brasileira tiveram percentagens relativamente aproximadas, 63,3% e 78,6% respectivamente, enquanto que as da área de comunicação, obtiveram percentagens quase idênticas, biblioteconomia com 84,0% e ciência da informação com 88,0%.

Apenas três assuntos alcançaram percentagens esperadas por LOTKA; literatura médica espanhola, 63,3%; siderurgia brasileira, 68,8% e econometria com 60,0%. Apenas uma obteve percentagem esperada por SOLLA PRICE, que foi a correspondência de Getúlio Vargas, com 54,7%. No entanto, de todos os assuntos estudados, das ciências humanas, esta foi considerada a de grau mais elevado, que deveria pertencer a alguma disciplina das ciências puras, contradizendo portanto, as expectativas de VOOS.

De acordo com as percentagens obtidas, o contínuo partindo das ciências puras até às ciências humanas segue a seguinte seqüência:

GRÁFICO 2



Percentagem de Autores que Publicaram apenas um Artigo em
Relação à Classificação Hard/Soft de Diversos Assuntos

FONTE: Tabela 2

A tabela e o gráfico 3 apresentam os dados que foram indicados pelos vários pesquisadores ou calculados no presente estudo, sendo que os valores de um a treze na abscissa representam os assuntos ordenados num contínuo, partindo das ciências puras até às ciências humanas, todas em seu mais elevado grau.

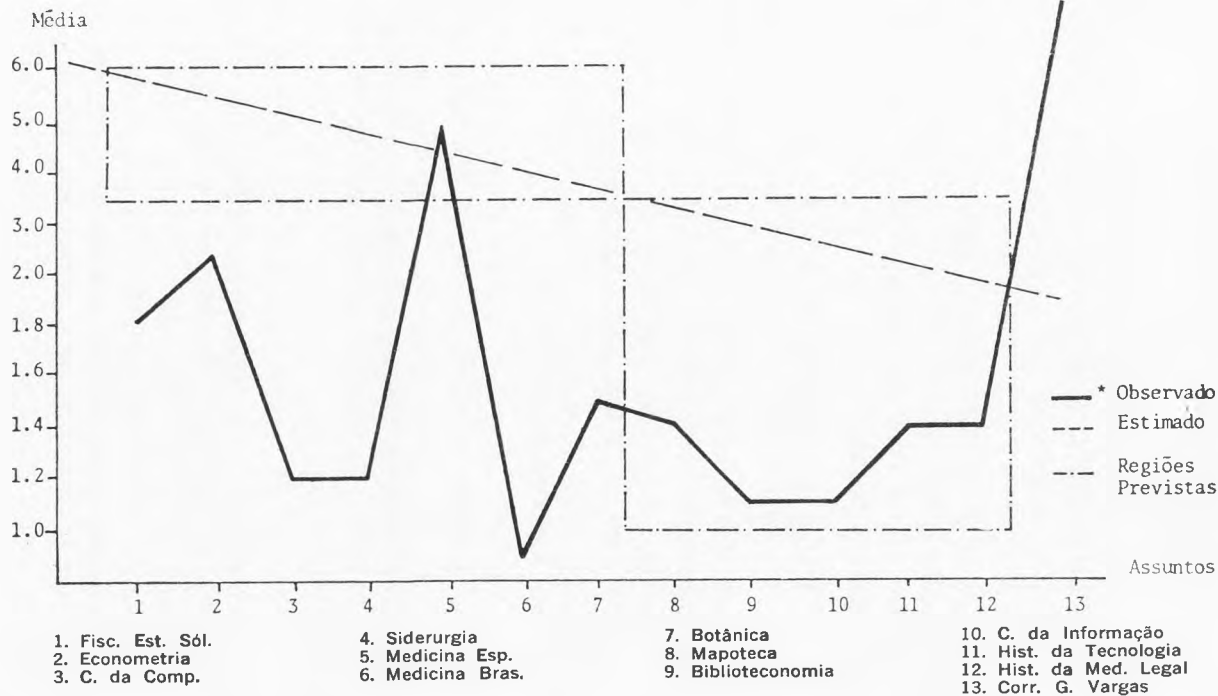
TABELA 3

GRAU H/S	ASSUNTOS	MÉDIA AUT/ART.	TOTAL AUTOR	TOTAL ARTIGO
1	Física do Estado Sólido	1,8	—	—
2	Econometria	2,4	721	1758
3	Ciência da Computação	1,2	266	301
4	Siderurgia Brasileira . .	1,2	726	1251
5	Lit. Médica Espanhola	4,9	30591	149919
6	Lit. Médica Brasileira .	0,8	5678	3715
7	Botânica	1,5	499	949
8	Mapotecas	1,4	326	486
9	Biblioteconomia	1,1	81	100
10	Ciência da Informação	1,1	11005	12918
11	História da Tecnologia	1,4	170	238
12	Hist. Medicina Legal . .	1,4	1010	1487
13	Corresp. de Vargas . . .	6,2	356	2213
Média		2,0	429	1348

Dos sete assuntos estudados apenas dois possuem média próxima ao esperado por Solla Price: literatura médica espanhola, com 4,9 e econometria com 2,4 artigos por autor. Cinco dos sete assuntos das ciências humanas se enquadram em médias baixas, embora não sigam o contínuo decrescente pré-estabelecido.

Note-se que o assunto ligado às ciências humanas em seu mais elevado grau obteve a média mais elevada. Na realidade, essa média deveria pertencer à área das

GRÁFICO 3



Média de Artigos por Autor em Relação à Classificação Hard/Soft de Diversos Assuntos

FONTE: Tabela 3

4.3 Relação entre o número de autores e trabalhos publicados

Outra consequência do ajustamento da lei de LOTKA por Solla Price é que cerca de $1/3$ (33,0%) da literatura e menos de $1/10$ (10,0%) de autores estão associados com alta produtividade e a partir da lei de Lotka, Solla Price derivou a poderosa lei de elitismo: toda população de «N» tem uma elite de tamanho N, (3:166) e este resultado corresponde a 50,0% do total de artigos. (6:68).

Pode-se verificar se esses dados se ajustam aos assuntos aqui estudados através da tabela e do gráfico 4.

Para os assuntos da área de comunicação, mapoteca, biblioteconomia e ciência da informação (graus 6, 7, 8), os índices «£» e «\$» são muito próximos, sendo que para a ciência da informação (grau 8), os índices são idênticos. Nota-se que, geralmente, o índice «£» foi sempre maior que o índice «\$».

Nenhum assunto em «£» atingiu uma percentagem sequer próxima aos 50,0% previstos por Solla Price, sendo a média das disciplinas de 18,6%, ou seja, a raiz quadrada do total da população é responsável por apenas 18,6% do total dos trabalhos publicados, variando de 5,0% a 29,0%.

Embora a lei do elitismo de Solla Price não tenha sido confirmada, o ajustamento indica que cerca de 33,3% da literatura e menos de 10,0% dos autores em uma população «N» estão associados com alta produtividade, foi confirmada em oito dos doze assuntos investigados sendo, portanto, o ajustamento que melhor se aplicou. Dentre os itens analisados, este parece ser o mais coerente com as observações de Solla Price.

TABELA 4

Relação Entre o Número de Autores e Trabalhos Publicados

GRAU H/S	ASSUNTOS	PRODUÇÃO DE ARTIGOS (%) DE 10% DOS AUTORES (S)	PRODUÇÃO DE ARTIGOS DE N (E)
1	Econometria	42,0	27,0
2	Ciência da Computação	30,5	15,7
3	Siderurgia Brasileira ..	31,5	19,0
4	Lit. Médica Espanhola	70,9	5,0
5	Lit. Médica Brasileira	16,5	14,7
6	Botânica	47,7	15,7
7	Mapotecas	32,0	29,0
8	Biblioteconomia	19,0	20,0
9	Ciência da Informação	24,4	24,0
10	Hist. da Tecnologia ..	26,8	20,0
11	Hist. Med. Legal	36,6	14,7
12	Corr. G. Vargas	66,5	19,0
Média		37,0	18,6

5. COERÊNCIA ENTRE OS ASSUNTOS ANALISADOS

Apesar da maioria dos assuntos não terem confirmado a lei de LOTKA e os ajustes propostos por SOLLAPRICE, alguns pertencentes à mesma área apresentaram uma surpreendente coerência entre si com relação à:

- A — Lei do Inverso Quadrado: Ciência da Informação — $1/n^{3,5}$ e Biblioteconomia — $1/n^{4,0}$;
 História da Tecnologia — $1/n^{2,6}$ e História da Medicina Legal — $1/n^{2,8}$;
- B — Percentagem da População de Autores que Publicaram apenas um trabalho: Biblioteconomia — 84,0% e Ciência da Informação — 88,0%;
 História da Tecnologia e História da Medicina Legal — 76%;

- C — Média de Trabalhos por Autor em uma População de Cientistas: Ciência da Informação e Biblioteconomia — 1,1; História da Tecnologia e História da Medicina Legal — 1,4;
- D — Percentagem de Trabalhos Relacionados com Alta Produtividade: Não houve coerência notável entre nenhum dos assuntos de uma mesma área.
Ciência da Computação — 30,5% e Siderurgia, 31,5%;
- E — Percentagem de Trabalhos Publicados em Relação à Raiz Quadrada do Número Total de uma População:
Biblioteconomia — 20,0% e Ciência da Informação — 24,0%.
Ciência da Computação — 15,7% e Siderurgia Brasileira — 19,0%.

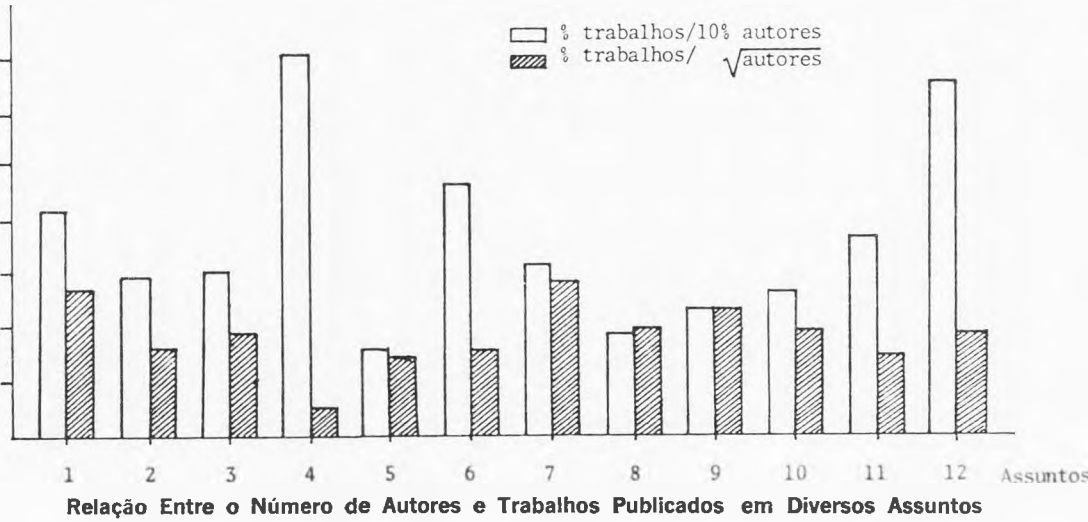
Percebe-se, portanto, que, de todas as áreas analisadas, as mais coerentes são as de história e comunicação, e a menos coerente é a área médica, pois estes são os resultados obtidos:

TABELA 5

AREA	ASSUNTOS	A	B	ITEM		
				C	D	E
Comunicação	Biblioteconomia . . .	4,0	84	1,1	19	20
	Ciência da Inf. . . .	3,5	88	1,1	24	24
História	Hist. da Tecnologia	2,6	76	1,4	27	20
	Hist. Med. Legal . .	2,8	76	1,4	37	15
Medicina	Lit. Méd. Esp.	2,0	63	4,9	71	5
	Lit. Méd. Bras.	0,8	79	0,8	16	15

GRÁFICO 4

% de
Trabalhos



FONTE: Tabela 4

1. Econometria
2. C. da Computação
3. Siderurgia Bras.
4. Med. Espanhola
5. Med. Brasileira
6. Botânica
7. Mapotec
8. Biblioteconomia
9. C. da Informação
10. Hist. da Tecnologia
11. Hist. Med. Legal
12. Corr. G. Vargas

CONCLUSÃO

Após considerar as conclusões obtidas nessas investigações, não se pode criticar o descaso com que FIUZA (4) aborda a bibliometria, ainda mais quando é o próprio GOFFMAN (5:728) quem afirma que «uma matemática completa ainda está longe de ser atingida».

Pelo que se pode perceber, os autores em geral não estão preocupados em reformular a lei de Lotka e, sim, em verificar a validade da mesma em relação a algum assunto.

Assim sendo, melhores resultados poderiam ser obtidos se os investigadores se preocupassem em elaborar leis matemáticas que fossem compatíveis com áreas mais específicas e não leis que possam ser generalizadas à totalidade do conhecimento humano. De certa forma, SOLLA PRICE preconizou esta necessidade ao sugerir que os cientistas das **hard sciences** publicam mais trabalhos durante sua existência que os da **soft sciences**, na tentativa de isolar uma ciência da outra para ser analisada separadamente.

Este estudo é relevante no sentido em que considera alguns aspectos da lei de Lotka e algumas implicações do ajuste realizado por SOLLA PRICE, que não são abordados em outros estudos que testam e aplicam essa lei às mais diversas áreas do conhecimento humano.

Apesar de o número de estudos já realizados que utilizavam a lei de Lotka ser bastante reduzido, eles forneceram dados suficientes para investigar e, parcialmente, resolver uma questão que é abordada com restrições pela literatura da área. Ou seja, a conclusão de MURPHY de que a lei de Lotka pode ser aplicada às ciências humanas (pois esta tem sido uma dúvida) não foi confirmada. Murphy chegou a essa conclusão porque analisou apenas uma área do conhecimento

humano, História da Tecnologia, mas quando analisamos de uma forma global os resultados obtidos pelo estudo de várias áreas que fazem parte das Ciências Humanas, esta lei não se confirmou.

Na tentativa de resolver esse dilema, VOOS declara, apesar de não provar, «que o padrão de publicação das várias disciplinas passa por um contínuo, das **hard sciences** até às **soft sciences**», afirmação esta não confirmada pelo atual estudo ao se comparar os resultados de várias investigações, mesmo porque a lei de Lotka não foi confirmada em algumas disciplinas das **hard sciences**, área da qual Lotka inferiu esta lei.

Este estudo demonstra que a lei de Lotka possui maior coerência entre assuntos de uma mesma área e menor coerência entre uma área e outra.

Deve-se continuar a aplicar a lei de produtividade de autores de Lotka às diversas áreas e disciplinas do conhecimento humano, na tentativa de testar a sua validade. Com um maior número de resultados e maior número de assuntos analisados, as conclusões deste estudo poderão ser diferentes.

It analyzes several investigations on authors productivity comparing the results of studies applied to different disciplines. It verifies the relationship between disciplines that belong to the same area. It verifies whether Lotka's law is valid to hard and soft science disciplines. Results of former studies are used to test VOO'S prevision that disciplines pass through a continuum from hard sciences to soft sciences.

BIBLIOGRAFIA

1. BOMENY, R.H.D. Estudo bibliométrico aplicado ao arquivo privado de Getúlio Vargas. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, 7(1):37-42, 1978.

2. BOOKSTEIN, A. Patterns of scientific proctivity & social change: a discussion of Lotka's law & bibliometric symmetry. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington D.C., **28**(4): 206-10, 1977.
3. BRAGA, G.M. Informação, ciência, política científica: o pensamento de Derek de Solla Price. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, **3**(2): 155-77, 1974.
4. FIUZA, M.M. Considerações sobre o uso de estudos bibliométricos na formação de coleções básicas. **Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG**, Belo Horizonte, **7**(1): 59-68, 1978.
5. GOFFMAN, W. A general theory of communication. In: SERACEVIC, T. **Introduction to information science**. New York, Bowker, 1979.
6. GUSMÃO, H.R. Análise da literatura brasileira de siderurgia. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, **7**(1): 25-35, 1978.
7. HUBERT, J. J. Lotka's law in the humanities. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., **28**(1): 66, 1977.
8. KOCHEN, M. Stability in the growth of knowledge. **American Documentation**, Cambridge, **20**: 186-97, 1969.
9. KRISCIUMAS, K. Lotka's year by year. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., **28**(1): 65-6, 1977.
10. LOTKA, A. K. The frequency of distribution of scientific productivity. **Journal of the Washington Academy of Sciences**, Washington, D.C., **16**(12): 317-23, 1926.
11. MURPHY, L. Lotka's law in the humanities. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., **24**(6): 461-2, 1973.
12. OLIVEIRA, M. & CALDEIRA, P. da T. Análise bibliométrica da literatura médica brasileira. **Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG**, Belo Horizonte, **5**(1): 7-26, 1976.

13. RADHAKRISHNAN, T. & KERNIZAN, R. Lotka's law and computer science literature. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., 30 (1): 51-4, 1979.
14. RAO, I. K. R. The distribution of scientific productivity and social change. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington D.C., 31(2): 110-22, 1980.
15. SCHORR, A. E. Lotka's law and library science. **RQ**, Chicago, 14: 32-3, 1974.
16. ————. Lotka's law and map-librarianship. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., 26(3): 189-90, 1975.
17. ————. Lotka's law and the history of legal medicine. **Research in Librarianship**, Handforth, 30: 205-9, 1975.
18. SOLLA PRICE, D. **Little science, big science**. New York, Columbia University Press, 1971.
19. ————. & GURSEY, S. Studies in scientometrics. I. Transcience & continuance in scientific authorship. **International Forum for Information and Documentation**, Hofwag, 1(2): 17-25, 1976.
20. TERRADA, M. & NAVARRO, V. La productividad de los autores espanholes de bibliografia médica. **Revista Espanhola de Documentação Científica**, Madrid, 1 (1): 9-19, 1977.
21. VOOS, H. Lotka and information science. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., 25(4): 270-2, 1974.
22. WORTHEN, D. B. The epidemic process and the contagion model. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, D.C., 24(5): 343-6, 1973.