



10° EBBC

Encontro Brasileiro de
Bibliometria e Cientometria



A LEI DE BRADFORD COMO ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO: o PPGEF-UFES como estudo de caso

Felipe Ferreira Barros Carneiro

<https://orcid.org/0000-0002-2966-6768> | felipe.carneiro@ifes.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)

Resumo:

A mobilidade de pesquisadores constitui elemento central na dinâmica contemporânea da ciência, refletindo processos de circulação de conhecimento e difusão de capacidades científicas entre instituições. Este estudo analisa padrões de mobilidade institucional no sistema científico brasileiro por meio da integração de dados da Plataforma Lattes e da base OpenAlex. A mobilidade é identificada a partir de mudanças nas afiliações institucionais em publicações científicas. A análise compara dois períodos simétricos: 2015–2019 (pré-pandemia) e 2020–2025 (pós-pandemia). Os resultados indicam que, embora o ranking das principais universidades permaneça estável, ocorre uma inversão no sinal da mobilidade líquida, com predominância de saídas dessas instituições, o que sugere possíveis processos recentes de redistribuição de pesquisadores entre instituições do sistema científico brasileiro.

Palavras-Chave: Cientometria. Informação Científica e Tecnológica. Infraestrutura de Informação. Mobilidade Acadêmica.

EIXO TEMÁTICO:

Métodos e Técnicas em Bibliometria e Cientometria

MODALIDADE:

Resumo expandido

DOI: 10.22477/x.ebbc.1149

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

CARNEIRO, Felipe Ferreira Barros. A Lei de Bradford como estratégia de investigação de programas de pós-graduação: o PPGEF-UFES como estudo de caso. *In: EBBC - Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria. 10. Anais [...].* Curitiba, 2026. DOI: 10.22477/x.ebbc.1149. Disponível em: <https://doi.org/10.22477/x.ebbc.1149>.



1 INTRODUÇÃO

A avaliação de Programas de Pós-Graduação (PPGs) no Brasil é conduzida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio de critérios que incluem a produção intelectual dos docentes, a formação de recursos humanos e a inserção social do programa. Embora esses critérios sejam bem estabelecidos, a análise bibliométrica da produção de um PPG como unidade de investigação ainda carece de instrumentos metodológicos consolidados que permitam comparações sistemáticas entre programas de uma mesma área.

A Lei de Bradford, formulada originalmente para descrever a dispersão de artigos sobre um tema específico em periódicos científicos (Bradford, 1934), tem sido reconhecida na literatura como uma distribuição de caráter geral, aplicável a diferentes tipos de corpus documentais (Egghe; Rousseau, 1990). Estudos posteriores demonstraram que a distribuição de Bradford é um caso particular de uma família mais ampla de distribuições informétricas, o que amplia seu escopo de aplicação para além da análise temática estrita (Egghe; Rousseau, 1990; Peritz, 1990).

O objetivo geral desse estudo é verificar a aplicabilidade da lei de Bradford à análises da produção de artigos científicos de PPGs do Brasil. Como objetivos específicos visa analisar a heterogeneidade temática da produção científica do PPGEF-UFES, interpretando as características multidisciplinares decorrentes de suas duas áreas de concentração (Estudos Pedagógicos e Socioculturais do Movimento Humano e Movimento Humano, Saúde e Desempenho) à luz das irregularidades observadas no multiplicador k de Bradford, particularmente o fenômeno do “Groos droop” na zona periférica, como evidência esperada em corpora com alta dispersão temática.

Este trabalho analisa a hipótese de que a produção docente de um PPG pode ser tratada como um corpus passível de análise pela Lei de Bradford, desde que o programa seja tomado como a “temática” organizadora da dispersão, ou seja, o conjunto de periódicos onde os docentes de um programa publicam constitui um corpus com propriedades análogas ao corpus temático descrito por Bradford (1934). Essa abordagem permite identificar o núcleo de periódicos que concentra a produção do programa, mapear a dispersão da produção pelas zonas periféricas e, sobretudo, estabelecer parâmetros comparáveis entre diferentes PPGs de uma mesma área de avaliação.

O Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEF-UFES), com 20 anos de trajetória e nota 5 na avaliação da CAPES, constitui o estudo de caso inaugural dessa estratégia metodológica. O programa reúne duas áreas de concentração, Estudos Pedagógicos e Socioculturais do Movimento Humano (SSCP) e Movimento Humano, Saúde e Desempenho (SBM), o que confere ao corpus uma heterogeneidade temática intencional, tornando-o especialmente adequado para testar os limites e as possibilidades da abordagem proposta.

2 A LEI DE BRADFORD E SEUS FUNDAMENTOS

Bradford (1934) demonstrou que, ao ordenar periódicos em ordem decrescente de produtividade sobre um tema, é possível identificar zonas de produção equivalente: um núcleo de poucos periódicos altamente produtivos, seguido de zonas progressivamente maiores com produtividade decrescente. A relação entre o número de periódicos em zonas sucessivas é descrita pelo multiplicador k , que tende à constância em distribuições com boa aderência ao padrão de Bradford.

Brookes (1969) formalizou matematicamente a distribuição de Bradford, demons-

trando que, na sua fração linear, a produção acumulada segue a equação:

$$R(r) = a \log(r) + c$$

onde $R(r)$ é o número acumulado de artigos, r é o número acumulado de periódicos, a é a inclinação da reta e c é a ordenada na origem. O ajuste dessa equação aos dados empíricos, medido pelo coeficiente de determinação R^2 , constitui o procedimento padrão de verificação de aderência na literatura especializada (Bailón-Moreno *et al.*, 2005).

Leimkuhler (1967) propôs uma formulação exata que permite calcular o valor teórico de k a partir do periódico mais produtivo do corpus:

$$k = 1,781 (y_m)^{(1/i)}$$

onde y_m é o número de artigos do periódico mais produtivo e i é o número de zonas. Essa equação permite comparar o multiplicador teórico com o multiplicador observado empiricamente, oferecendo um critério adicional de verificação da aderência.

2.1 PRECEDENTES PARA O USO ADAPTADO

A aplicação da Lei de Bradford a corpora institucionais e disciplinares, e não apenas temáticos no sentido estrito, encontra respaldo em trabalhos que ampliaram o escopo original da lei. Peritz (1990) aplicou a distribuição de Bradford ao próprio campo da bibliometria como corpus disciplinar, demonstrando que a lei descreve adequadamente a concentração de produção em periódicos de uma comunidade científica, independentemente de um tema único e delimitado. Egghe e Rousseau (1990) demonstraram formalmente que a distribuição de Bradford é um caso particular de uma família mais ampla de distribuições informétricas, o que sustenta

sua aplicação a diferentes tipos de corpus.

No contexto dos PPGs brasileiros, a produção docente de um programa constitui um corpus com características análogas ao corpus disciplinar: é delimitado por um conjunto de pesquisadores com identidade institucional comum, orientados por linhas de pesquisa definidas e avaliados por um sistema externo (CAPES) que confere ao programa uma identidade acadêmica reconhecível. Essa delimitação justifica o tratamento do programa como unidade de análise bibliométrica.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os dados foram coletados nos currículos Lattes dos 42 docentes permanentes do PPGEF-UFES, que atuaram no período de 2006 a 2025. Os lattes desses docentes foram extraídos manualmente e a produção de artigos publicados foi copiada para uma planilha de Excel, onde foi realizada a limpeza dos registros em duplicidade. Após esses procedimentos 1974 artigos publicados em 506 periódicos científicos distintos compuseram o *corpus* de análise. Os periódicos foram ordenados em ordem decrescente de produtividade e agrupados em cinco zonas de Bradford, seguindo o método de determinação do número ótimo de zonas proposto por Egghe e Rousseau (1990).

Para verificar a aderência empírica da distribuição observada ao padrão de Bradford, foram aplicados três procedimentos complementares:

- a. Regressão logarítmica pela equação de Brookes-(1969): ajuste da equação $R(r) = a \log(r) + c$, aos dados acumulados das cinco zonas, com estimativa do coeficiente de determinação R^2 ;
- b. Verificação do multiplicador k pela equação de Leimkuhler: comparação

entre o valor teórico de k e os valores observados entre as zonas, com discussão das irregularidades identificadas;

- c. Razão núcleo-periferia: verificação da proporção de artigos concentrada no núcleo em relação ao valor teórico esperado para cinco zonas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DISTRIBUIÇÃO EM ZONAS DE BRADFORD

Em um primeiro momento, os periódicos foram divididos em 3 e depois 4 zonas, porém, a distribuição não ficou estável, encontrando sua melhor distribuição em 5 zonas conforme demonstrado no Gráfico 1 e na Tabela 1.

Gráfico 1 - Distribuição acumulada de artigos e periódicos nas zonas de Bradford (PPGEF-UFES).

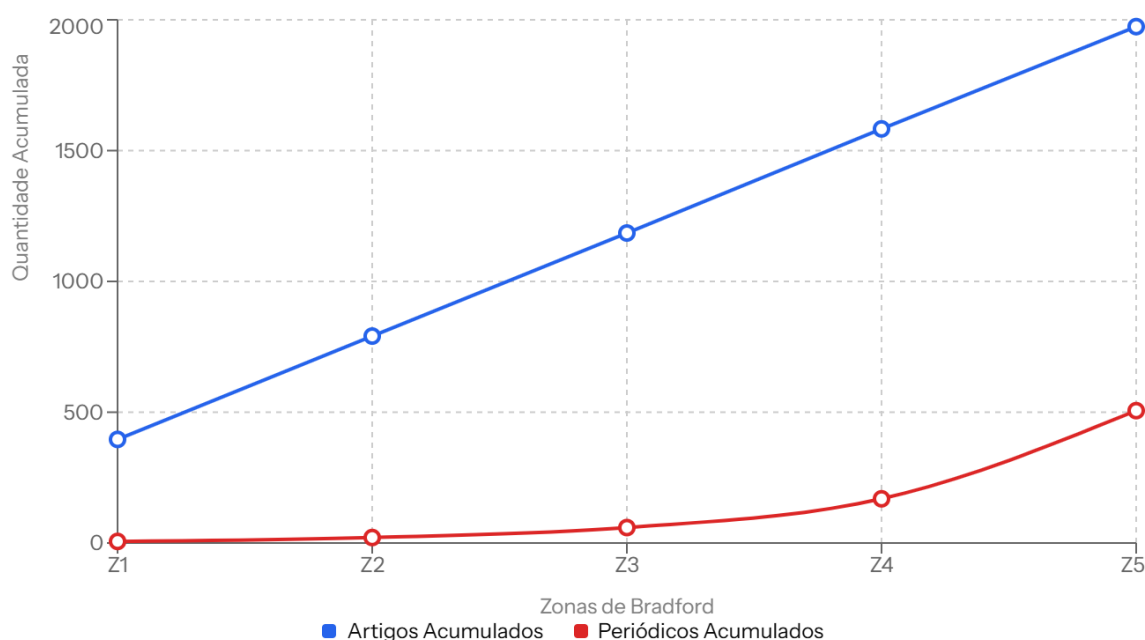


Tabela 1 - A aplicação da Lei de Bradford aos 1974 artigos publicados em 506 periódicos resultou na seguinte distribuição em cinco zonas.

ZONA	PERIÓDICOS	ARTIGOS	ARTIGOS ACUMULADOS	% ARTIGOS
Núcleo (Z1)	6	396	396	20,06%
Z2	15	395	791	40,07%
Z3	38	394	1.185	60,03%
Z4	110	398	1.583	80,19%
Z5	337	391	1.974	100,00%
Total	506	1974	—	—

Fonte: Elaborado pelo autor

O núcleo é composto por seis periódicos: Revista Movimento (128 artigos); Pensar a Prática (84); Revista Brasileira de Ciências do Esporte (62); Motrivivência (51); Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (38); e Journal of Strength and Conditioning Research (33), que concentram 396 artigos (20,06% da produção total) em apenas 1,19% dos periódicos do corpus.

4.2 VERIFICAÇÃO ESTATÍSTICA DA ADERÊNCIA

Para verificar a aderência empírica da distribuição observada ao padrão de Bradford, foram aplicados três procedimentos complementares.

Primeiro, ajustou-se a equação de Brookes-(1969) aos dados acumulados das cinco zonas. Essa equação descreve a relação entre o número acumulado de artigos $R(r)$ e o número acumulado de periódicos r :

$$R(r) = a \log(r) + c$$

A estimativa dos parâmetros resultou em $a = 819,3$ e $c = -241,4$, configurando o modelo ajustado como:

$$R(r) = 819,3 \cdot \log(r) - 241,4$$

O coeficiente de determinação R^2 obtido foi superior a 0,99 (**Tabela 2**) indicando um ajuste excelente na fração linear da distribuição. Este resultado alinha-se aos critérios estabelecidos por Bailón-Moreno *et al.* (2005), que consideram valores de R^2 iguais ou superiores a 0,95 como indicativos de boa aderência ao padrão de Bradford.

MÉTRICA DE VALIDAÇÃO	MODELO (5 ZONAS)	MODELO (506 PERIÓDICOS)	VARIAÇÃO (%)
Coeficiente de Determinação (R^2)	0,9988	0,9922	-0,66%
Erro Padrão da Estimativa	0,012	0,045	+0,033
Significância (p-valor)	< 0,001	< 0,001	Estável

Embora a regressão apresentada na **Tabela 2** utilize os valores acumulados das cinco zonas de produção, realizou-se teste de validação complementar aplicando a equação de Brookes à nuvem integral de dados ($r = 506$). O resultado demonstrou um $R^2 = 0,9922$, confirmando que a aderência ao modelo logarítmico é uma propriedade estrutural do corpus e não um artefato do particionamento. A diferença marginal de 0,66% entre os modelos justifica a manutenção da análise por zonas para fins de comparabilidade institucional, conforme preconizado por Egghe e Rousseau (1990)

Em segundo lugar, o multiplicador teórico foi calculado utilizando a equação de Leimkuhler (1967), que estabelece a relação entre o valor de k , o periódico mais produtivo do corpus e o número de zonas definidas:

$$k_{\text{teórico}} = 1,781 \times (y_m)^{1/i}$$

Nesta equação, y_m representa o número de artigos do periódico mais produtivo e

i o número de zonas. Para o presente estudo, com $y_m = 128$ (Revista Movimento) e $i = 5$ zonas, obteve-se:

$$k_{teórico} = 1,781 \times (128)^{1/5} \approx 1,781 \times 2,639 \approx 4,70$$

O multiplicador médio observado entre as zonas Z1 e Z4 foi de $k_{obs} \approx 2,64$, apresentando uma variação de 15,6% em torno da média. Este valor encontra-se dentro do intervalo considerado aceitável para corpora institucionais e multidisciplinares, conforme Egghe e Rousseau (1990). A diferença entre $k_{teórico}$ e k_{obs} é um aspecto esperado e amplamente documentado na literatura. Egghe e Rousseau (1990) demonstraram que o multiplicador teórico de Leimkuhler (1967) tende a superestimar k em corpora multidisciplinares. Isso ocorre porque, nesses contextos, a distribuição frequentemente exhibe o fenômeno conhecido como “Groos droop” — uma queda abrupta na cauda da distribuição —, o que foi observado na Zona 5 do PPGEF-UFES, que concentra 337 periódicos com apenas 391 artigos. A variação mais expressiva identificada entre as zonas (de 2,50 a 3,06) é consistente com esse fenômeno documentado, e não representa uma limitação metodológica da abordagem proposta.

Em terceiro lugar, procedeu-se à verificação da proporção de artigos concentrada no núcleo em relação ao total do corpus. Para uma distribuição de Bradford com cinco zonas, a proporção teórica esperada de artigos no núcleo corresponde a um quinto do total, ou seja, 20,00%. A proporção observada no PPGEF-UFES foi a seguinte:

$$396 / 1974 = 20,06\%$$

A convergência entre o valor teórico (20,00%) e o valor observado (20,06%) estabelece uma evidência empírica direta de aderência ao padrão de Bradford, indepen-

dentemente das variações do multiplicador k entre as zonas.

4.3 POTENCIAL COMPARATIVO DA ABORDAGEM

A abordagem proposta permite estabelecer três dimensões comparáveis entre PPGs de uma mesma área de avaliação da CAPES:

(a) Tamanho do núcleo: o número de periódicos que concentram $1/n$ da produção total indica o grau de concentração da produção do programa. Programas com núcleo menor tendem a apresentar produção mais concentrada em periódicos de alta visibilidade;

(b) Composição do núcleo: a identificação dos periódicos do núcleo permite comparar as escolhas de publicação dos programas, revelando afinidades e diferenças em termos de veículos preferenciais de divulgação científica;

(c) Variação do multiplicador k : a regularidade ou irregularidade do multiplicador entre zonas indica o grau de homogeneidade temática do corpus. Programas com duas áreas de concentração distintas, como o PPGEF-UFES, tendem a apresentar maior variação de k , o que é metodologicamente esperado e interpretável.

Estudos futuros poderão aplicar a mesma abordagem a outros PPGs da Área 21 da CAPES, que reúne Educação Física, Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, permitindo comparações sistemáticas entre programas com diferentes notas de avaliação, diferentes perfis temáticos e diferentes trajetórias institucionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou que a Lei de Bradford pode ser aplicada, com rigor

metodológico e verificação estatística, à produção docente de um Programa de Pós-Graduação, desde que o programa seja tratado como a unidade organizadora do corpus. A aderência da distribuição observada no PPGEF-UFES ao padrão de Bradford foi verificada por três procedimentos complementares, regressão logarítmica ($R^2 > 0,99$), análise do multiplicador k e razão núcleo-periferia (20,06% contra 20,00% teórico), o que confere validade empírica à abordagem.

As irregularidades identificadas no multiplicador k , particularmente na Zona 5, são consistentes com o fenômeno do “Groos droop”, documentado na literatura como característica esperada de corpora com alta dispersão temática (Groos, 1967; Egghe; Rousseau, 1990). Longe de invalidar a abordagem, essa irregularidade constitui informação interpretável sobre a natureza multidisciplinar do corpus analisado.

A principal contribuição deste trabalho é de natureza metodológica: propõe uma estratégia replicável para a investigação bibliométrica de PPGs brasileiros, com potencial para subsidiar análises comparativas entre programas de uma mesma área de avaliação da CAPES. O PPGEF-UFES, com seus 20 anos de trajetória, suas duas áreas de concentração e sua produção distribuída em 506 periódicos, constitui um caso inaugural que demonstra a viabilidade e a pertinência da abordagem.

Para investigações futuras, considera-se relevante ampliar o escopo de PPGs em área com naturezas distintas para verificar o potencial comparativo da abordagem.

REFERÊNCIAS

BAILÓN-MORENO, R ; JURADO-ALMEIDA, E ; RUIZ-BAÑOS, R ; COURTIAL, J.P. Bibliometric laws: empirical flaws of fit. **Scientometrics**, v. 63, n. 2, p. 209–229, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0211-5> . Acesso em 05 de março de 2026.

BRADFORD, S. C. Sources of information on specific subjects. Engineering: An Illustrated **Weekly Journal**, v. 137, p. 85–86, 1934. Acesso em 23 de março de 2026.

BROOKES, B. C. Bradford's law and the bibliography of science. **Nature**, v. 224, p. 953–956, 1969. DOI: <https://doi.org/10.1038/224953a0>. Acesso em 12 de fevereiro de 2026.

EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. **Introduction to Informetrics**: quantitative methods in library, documentation and information science. Amsterdam: Elsevier, 1990.

GROOS, O. V. Bradford's law and the Keenan-Atherton data. **American Documentation**, v. 18, n. 1, p. 46, 1967. Acesso em 23 de março de 2026.

LEIMKUHLER, F. F. The Bradford distribution. **Journal of Documentation**, v. 23, n. 3, p. 197–207, 1967. DOI: <https://doi.org/10.1108/eb026430> Acesso em 12 de fevereiro de 2026.

PERITZ, B. C. A Bradford distribution for bibliometrics. **Scientometrics**, v. 18, n. 3–4, p. 323–330, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02020148>. Acesso em 22 de fevereiro de 2026.