

RANKING DAS EMPRESAS AÉRAS BRASILEIRAS COM A COMPARAÇÃO ENTRE INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS H E R

Fernanda Luz da Silva
Deivison da Silveira Pereira
João Carlos Correia Baptista Soares de Mello
Universidade Federal Fluminense
Pós Graduação em Engenharia de Produção

RESUMO

Este estudo propõe um modelo de definição de ranking de empresas aéreas, adaptando os conceitos bibliométricos do índice-h e do índice-R (tipo h). Os destinos mais ofertados por cada aeroporto brasileiro é analisado e definido o núcleo do índice-h do mesmo. Após essa primeira análise é feita uma segunda análise por companhia aérea para obter o ranking final de cada índice. Verifica-se que o índice-R é o mais adequado para diferenciar aeroportos. Diretrizes para políticas públicas podem auxiliar na verificação de impactos no sistema com a verificação dos pontos centrais de cada companhia aérea e a importância de cada aeroporto.

ABSTRACT

This paper proposes a model for definition airlines ranking, adapting bibliometric concepts of the h-index and the R-index (type h). The destinations most offered by each Brazilian airport is analyzed and the h-index core of the same is defined. After this first analysis is made a second analysis by airline to obtain the final ranking by index. The R-index is the most suitable for differentiating airports. Guidelines for public policies and network analysis can assist in verifying impacts on the system by verifying each airline's central points and the importance of each airport.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo considera a quantidade de destinos e voos de cada aeroporto considerando cada companhia aérea para com esses dados ranquear as companhias aéreas, com seus respectivos aeroportos principais e sua malha. Esse estudo avalia individualmente cada empresa e aeroporto com base na adaptação do índice-h, proposto por Hirsch (2005) e na adaptação do índice-R (tipo h) proposto por (Jin et al, 2007). Esses índices foram concebidos para avaliação de pesquisadores e são calculados a partir da produção de cada pesquisador, considerando o número de artigos de cada pesquisador e o número de citações de cada artigo.

Propõe-se na adaptação desses indicadores, para cada empresa aérea, seus principais aeroportos com sua respectiva quantidade de destinos no lugar de artigos e de voos no lugar de citações. Sob a ótica de malha aérea esse indicador mede a importância de cada aeroporto na rede para cada companhia aérea, identificando-se assim os principais aeroportos para cada companhia.

Tabela 1: Correlação das variáveis estudadas

	Índice h tradicional para Pesquisadores:	Índice h para Aeroportos:	Índice h para Empresas aéreas:
Variável analisada:	Artigos	Destinos	Aeroportos
Quantidade de acordo com cada variável:	Citações por artigo	Quantidade de voos para cada destino	Índice h de cada Aeroporto

2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Brueckner (2013), Green (2007) e Bel et al. (2008) existe uma relação entre desenvolvimento econômico e o tráfego aéreo, sendo assim aeroportos ativos estratégicos que contribuem para o desenvolvimento do país e é um fator considerado para localização de diversas empresas.

Como apontado por Fageda et al. (2015), o setor aéreo sofreu uma desregulamentação mundial que proporcionou para as companhias flexibilização na escolha de rotas. A escolha entre o modelo de rotas a ser utilizada por cada empresa aérea está alinhada com as economias de escala que buscam minimizar os custos de operação. Segundo Derudder et al. (2007), a definição dos principais aeroportos apresentam as cidades chaves.

O estudo de caso apresentado envolverá avaliação dos dados homologados para os aeroportos explorando assim os resultados dos indicadores bibliométricos, considerando que o ranking final será dada pelo modelo de cálculo adaptado dos indicadores proposto. Na seção 2 deste artigo será apresentado o referencial teórico deste estudo, na seção 3 o estudo de caso será analisado bem como apresentado os resultados. A seção 4 é serão feitas as conclusões e propostas para estudos futuros.

2.1. Índice-h

Proposto por Hirsch (2005) para suprir a necessidade de avaliar o desempenho de pesquisadores, o índice h mede, de maneira simples e intuitiva, o impacto e relevância da produção científica. Por definição, um pesquisador apresenta o índice no valor de h, se o mesmo é autor de h publicações com, pelo menos, h citações cada, enquanto as demais publicações apresentam no máximo h citações. As h publicações com pelo menos h citações compõem o chamado núcleo do índice h. O núcleo formado por este índice, i.e., os h artigos com h ou mais citações, revelam a produção significativa de cada autor.

Muitos trabalhos apontaram desvantagens desse índice, que é utilizada em muitas áreas associadas à pesquisa científica (Ball, 2007). Além disso, há centenas de artigos relacionados a esse índice na literatura (Egghe, 2010), que apresentam críticas e propõem outros índices similares. Dentre as críticas mencionadas por esses autores, destacam-se o fato do índice h ser influenciado por autocitações (Schreiber, 2007); não considerar múltiplas coautorias (Schreiber, 2008); não considerar o tipo de publicação (Castillo et al., 2007); não permitir comparar pesquisadores de áreas diferentes (Antonakis e Lalive, 2008; Batista et al., 2006; Braun et al., 2006); não considerar a idade das publicações (BiHui, 2007; BiHui et al., 2007; Sidiropoulos et al., 2007); ser insensível a publicações muito citadas (Egghe, 2006, 2010; Schreiber, 2010); e apresentar comportamento discrepante quando aplicado a grupos de cientistas (Rubem et al., 2014; Waltman e Van Eck, 2012).

Existem, ainda, outros estudos que analisam o índice de maneira estruturada, como Lima *et al.* (2012), Boyssou e Marchant (2014), Deineko and Woeginger (2009), Hwang (2013), Marchant (2009), Miroiu (2013), Quesada (2009, 2010, 2011) e Woeginger (2008 a, b), que realizam análises axiomáticas, enquanto Franceschini et al., (2007) e Franceschini e Maisano (2010), identificam as suas propriedades operacionais. Thomaz et al. (2011) analisou como este índice combina produtividade com impacto resultando no equilíbrio entre número de publicações com número de citações.

A desvantagem que pode ser considerada para o presente estudo é a de ser insensível a publicações muito citadas (Egghe,2006a,2010; Schreiber, 2010b). Devido a essa característica afetar diretamente o estudo proposto, esse artigo também considerará outro indicador que busca superar a crítica de insensibilidade às publicações muito citadas, o índice R.

No presente estudo o índice h será adaptado para considerar a quantidade de destinos de um aeroporto e de voos para cada destino, sua característica indesejada de ser insensível ao fato de determinados destinos possuírem muito mais de h voos poderá ser analisada após o estudo do índice R.

2.2. Índice-R

Uma das variantes mais populares do índice h, o índice R é definido como a raiz do número total de citações das publicações do núcleo h (Jin et al, 2007), podendo ser matematicamente representado como em (1), onde h é o número de publicações no núcleo h, e c_j é o número de citações para cada publicação $j=1, \dots, h$.

$$R = \sqrt{\sum_{j=1}^h c_j} \quad (1)$$

Observa-se, ainda, que $R \geq h$, uma vez que $c_j \geq h$ (Jin et al, 2007). Acrescenta-se, ainda, que R apresenta valor mínimo quando todas as publicações do núcleo h são citadas o número mínimo de vezes, i.e., $c_j = h, \forall j = 1, \dots, h$. Nesse caso, $\sum_{j=1}^h c_j = h^2$ e $R = h$.

O índice R assim apresenta a característica de ser sensível a publicações muito citadas, mantendo o núcleo h de publicações. Existe um aumento no problema de precisão no índice R isso porque o índice h permite dúvidas a respeito da quantidade exata de citações para as publicações, ainda que dentro do núcleo, desde que não sejam muito significativas, ao contrário do índice R, os quais não permitem tais dúvidas sem ser influenciados.

No caso do presente estudo consideraremos nesse indicador o somatório da quantidade de voos para o mesmo destino que está presente dentro do núcleo h de cada aeroporto para cada empresa aérea. O problema de precisão não é significativo pois no estudo de caso os dados são obtidos do site oficial da ANAC e assim não será necessário dúvidas da quantidade exata de voos por destinos.

O índice R como visto acima também considera o mesmo núcleo h, assim os aeroportos mais importantes para cada empresa aérea serão os mesmos do índice h, a diferença é a sensibilidade maior ao dados o que irá entregar um ranking final mais apurado.

3. ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

O presente estudo utiliza os dados da tabela de histórico de voos da ANAC classificada como VRA – Voo Regular Ativo, é uma base de dados composta por informações de voos de empresas de transporte aéreo regular que apresenta os horários em que os voos ocorreram. Esses dados são obtidos pelo órgão governamental regulador do setor de aviação civil, a ANAC. Esta tabela está disponível no portal eletrônico da agência (www.anac.gov.br) e nesta tabela encontra-se os voos que ocorreram com o itinerário, data/horário, empresa responsável, tipo de voo (regular, cargueiro, de instrução e outros) e tipo da linha do voo (internacional, nacional, postal, cargueiro e outros).

Para a análise do estudo de caso foram considerados todos os voos nacionais que foram realizados dentro do mês de Maio de 2019 no Brasil e excluídos os voos cargueiros, de rede postal e internacionais, assim como os voos que estavam previstos e foram cancelados. Obteve-se assim um total de 61.922 voos.

Para uma análise dos tipos de voos nacionais selecionados realizados em Maio/19 pode-se identificar na Tabela 2 cada tipo com suas quantidades e percentuais.

Tabela 2: Tipos de voos com suas quantidades

Descrição do tipo de voo	Voos Realizados em Maio/19	%
Voo Regular	60596	97,86%
Voo de Serviço	356	0,57%
Inclusão de etapa em um voo previsto em HOTRAN	288	0,47%
Voo de retorno	201	0,32%
Voo extra com HOTRAN	175	0,28%
Voo de fretamento	156	0,25%
Voo charter	119	0,19%
Voo extra sem HOTRAN	30	0,05%
Voo de experiência	1	0,00%

O voo regular é um voo que ocorreu de acordo com horário, linha, equipamento e frequência previstos em HOTRAN. A tabela HOTRAN (Horário de Transporte) é onde são registrados pelo órgão governamental regulador do setor de aviação civil, a ANAC, os voos comerciais regulares (domésticos e internacionais) de transporte de passageiros e também de carga (voos cargueiros foram excluídos da análise).

O voo de serviço é o voo não remunerado, feito exclusivamente por interesse da companhia aérea, os motivos podem ser para traslado de aeronave, socorro, inspeção, fiscalização e transporte de funcionários ou convidados, entre outros. Um voo com inclusão de etapa é resultado de um pouso técnico, alteração de destino (por interdição ou fechamento de um aeroporto), cancelamento autorizado ou pouso extra.

O voo de retorno é o voo de regresso ao ponto de partida ou para um aeroporto de alternativa autorizado, por motivo de ordem técnica ou meteorológica. O voo extra é o voo realizado, eventualmente, para atender excessos esporádicos de demanda em voo regular ou, então, para atender a uma demanda específica, envolvendo a ligação de localidades não servidas por linha aérea regular e pode ou não estar registrado na tabela HOTRAN.

O voo de fretamento executa um contrato de transporte sem inclusão de passageiros diferentes aos que fazem parte do contrato. Um voo charter é um voo não regular e não incluído na HOTRAN para transporte de passageiros com finalidades próprias. O voo de experiência é o voo executado em atendimento a determinação de ordem técnica da aeronave, após revisão ou serviço de manutenção.

Dentre os 61.922 voos estão distribuídos do seguinte modo ao longo do mês:

mai/19						
Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
			1	2	3	4
			1.571	2.037	2.175	1.580
5	6	7	8	9	10	11
1.867	2.190	2.081	2.109	2.129	2.208	1.562
12	13	14	15	16	17	18
1.792	2.185	2.060	2.091	2.115	2.160	1.570
19	20	21	22	23	24	25
1.802	2.150	2.102	2.086	2.105	2.198	1.558
26	27	28	29	30	31	
1.813	2.165	2.079	2.098	2.102	2.182	

Figura 1: Distribuição dos voos no mês

O dia da semana com mais voos foram as sextas-feiras e foram utilizados os dados dos voos que partiram na sexta-feira, dia 10 de maio de 2019, esse dia do mês foi definido pois foi o dia com maior quantidade de voos totais no dia desse mês de Maio/2019.

Pode-se utilizar qualquer outro dia para análise, mas considerar média e somatórios semanais ou mensais poderia prejudicar o estudo, pois aumentaria de maneira significativa o número de voos para cada destino prejudicando a análise pelo índice h (pois não teriam a mesma ordem de grandeza).

Os aeroportos foram analisados apenas considerando as decolagens dos mesmos, considerando os destinos e quantidades de voos no dia para cada um por empresa aérea.

3.1. Resultados

No dia 10 de maio de 2019 temos o total de 2.208 voos com as informações da empresa aérea responsável, aeroporto de origem, aeroporto de destino e com os horários de partida e chegada. Os voos foram agrupados para os que tinham a mesma empresa, origem e destino, esse agrupamento gerou um total de 838 rotas existentes, divididas de acordo com a Tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Quantidade de rotas e voos por empresa aérea

Empresa Aérea	Quantidade de Rotas	Ranking 1	Quantidade de Voos Totais	Ranking 2
AZUL	324	1	809	1
GOL	247	2	676	2
TAM	194	3	599	3
TWO Aviation	28	4	32	4
PASSAREDO	22	5	32	4
MAP LINHAS AEREAS	12	6	14	6
AVIANCA BRASIL	8	7	40	5
TOTAL	3	8	6	7

Em relação a quantidade de destinos diferentes e a quantidade de voos totais, a Azul foi a que ficou em primeiro lugar nos dois quesitos. Mas a Avianca, MAP e TOTAL foram companhias aéreas que modificaram sua posição no ranking dependendo de qual quesito é definido.

Por isso esse artigo propõe a aplicação do índice h para identificar o núcleo dos principais aeroporto e destinos e para com o índice R levar a quantidade de voos em consideração e gerar o ranking final proposto.

Na Tabela 4 pode-se observar os primeiros dez destinos com a maior quantidade de voos, para exemplificar.

Tabela 4: 10 primeiras rotas com quantidade de voos

Empresa Aérea	Aeroporto de Origem	Aeroporto de Destino	Quantidade de Voos
TAM	SANTOS DUMONT - RJ	CONGONHAS - SP	25
TAM	CONGONHAS - SP	SANTOS DUMONT - RJ	25
GOL	SANTOS DUMONT - RJ	CONGONHAS - SP	24
GOL	CONGONHAS - SP	SANTOS DUMONT - RJ	24
AVIANCA BRASIL	CONGONHAS - SP	SANTOS DUMONT - RJ	13
AVIANCA BRASIL	SANTOS DUMONT - RJ	CONGONHAS - SP	13
AZUL	VIRACOPOS / CAMPINAS - SP	SANTOS DUMONT - RJ	12
TAM	PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKEK / BRASÍLIA - DF	CONGONHAS - SP	12
TAM	CONGONHAS - SP	PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKEK / BRASÍLIA - DF	12
AZUL	SANTOS DUMONT - RJ	VIRACOPOS / CAMPINAS - SP	11

Com base na tabela ainda poderia ser realizado um outro ranking considerando a empresa aérea com a maior quantidade de voos para um mesmo destino e assim a TAM ficaria em primeiro lugar.

Para identificar o índice h para cada rota extraiu-se dessa tabela para cada conjunto de empresa aérea e origem, seus diferentes destinos e quantidade de voos para cada um, para obter-se o valor de h, conforme demonstrado na Tabela 5 abaixo para a TAM considerando o aeroporto de origem como Congonhas:

Tabela 5: Identificação dos destinos e nº de voos para TAM-Congonhas-SP

Empresa Aérea	Aeroporto de Origem	Aeroporto de Destino	Quantidade de Voos	Posição
TAM	CONGONHAS - SP	SANTOS DUMONT - RJ	25	1
TAM	CONGONHAS - SP	PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHEK / BRASÍLIA - DF	12	2
TAM	CONGONHAS - SP	AFONSO PENA / SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PR	11	3
TAM	CONGONHAS - SP	TANCREDO NEVES / CONFINES - MG	9	4
TAM	CONGONHAS - SP	SALGADO FILHO / PORTO ALEGRE - RS	8	5
TAM	CONGONHAS - SP	PROFESSOR ERIBERTO MANOEL REINO / SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP	5	6
TAM	CONGONHAS - SP	EURICO DE AGUIAR SALLES / VITÓRIA - ES	5	7
TAM	CONGONHAS - SP	HERCÍLIO LUZ / FLORIANÓPOLIS - SC	5	8
TAM	CONGONHAS - SP	SANTA GENOVEVA / GOIÂNIA - GO	5	9
TAM	CONGONHAS - SP	MINISTRO VICTOR KONDER / NAVEGANTES - SC	4	10
TAM	CONGONHAS - SP	DEPUTADO LUÍS EDUARDO MAGALHÃES / SALVADOR - BA	4	11
TAM	CONGONHAS - SP	LEITE LOPES / RIBEIRÃO PRETO - SP	4	12
TAM	CONGONHAS - SP	LAURO CARNEIRO DE LOYOLA / JOINVILLE - SC	3	13
TAM	CONGONHAS - SP	TENENTE-CORONEL AVIADOR CÉSAR BOMBONATO / UBERLÂNDIA - MG	3	14
TAM	CONGONHAS - SP	GALEÃO / RIO DE JANEIRO - RJ	3	15
TAM	CONGONHAS - SP	MARECHAL RONDON / VÁRZEA GRANDE - MT	3	16
TAM	CONGONHAS - SP	CAMPO GRANDE / CAMPO GRANDE - MS	2	17
TAM	CONGONHAS - SP	GOVERNADOR JOSÉ RICHÁ / LONDRINA - PR	2	18
TAM	CONGONHAS - SP	CATARATAS / FOZ DO IGUAÇU - PR	1	19
TAM	CONGONHAS - SP	BAHIA - JORGE AMADO / ILHÉUS - BA	1	20

Conforme identificado na Tabela 4, para TAM-Congonhas foi identificado índice h igual a 5, pois possui 5 destinos que possuem no mínimo 5 ou mais voos para esse destino. Essa mesma análise foi aplicada a todas as empresas aéreas com cada aeroporto de origem, obtendo-se assim o índice h para cada aeroporto (por empresa aérea), conforme podemos exemplificar com os aeroportos de Congonhas, Guarulhos e Santos Dumont na Tabela 6.

Tabela 6: Índice h para Congonhas/Guarulhos/Santos Dummont por empresa aérea

Empresa Aérea	Aeroporto de Origem	Índice h
GOL	CONGONHAS - SP	5
TAM	CONGONHAS - SP	5
AZUL	CONGONHAS - SP	3
AVIANCA BRASIL	CONGONHAS - SP	2
TAM	GUARULHOS - SP	6
AZUL	GUARULHOS - SP	5
GOL	GUARULHOS - SP	5
PASSAREDO	GUARULHOS - SP	1
AZUL	SANTOS DUMONT - RJ	4
GOL	SANTOS DUMONT - RJ	4
TAM	SANTOS DUMONT - RJ	4
AVIANCA BRASIL	SANTOS DUMONT - RJ	2
PASSAREDO	SANTOS DUMONT - RJ	1

Com os dados da tabela, aplica-se novamente o conceito do índice h, considerando-se apenas cada companhia aérea, com a quantidade de artigos como a quantidade de aeroportos de origem e a quantidade de citações o próprio índice h já calculado.

Na Tabela 7 obtém-se o resultado dessa análise, com o núcleo h de cada empresa aérea com os seus principais aeroportos de origem e a soma da quantidade de voos todas de cada uma no núcleo. Observa-se o índice h para a TAM, por exemplo, é 4, pois ela possui 4 aeroportos de origem que possuem índice h igual ou maior a 4.

Tabela 7: Núcleo h e soma dos voos de cada aeroporto de origem por empresa aérea

Empresa Aérea	Aeroporto de Origem	Índice h	Soma da quantidade de voos
TAM	GUARULHOS - SP	6	43
	CONGONHAS - SP	5	65
	PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHEK / BRASÍLIA - DF	4	30
	SANTOS DUMONT - RJ	4	41
GOL	CONGONHAS - SP	5	60
	GUARULHOS - SP	5	26
	PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHEK / BRASÍLIA - DF	4	27
	SANTOS DUMONT - RJ	4	40
AZUL	VIRACOPOS / CAMPINAS - SP	5	45
	TANCREDO NEVES / CONFINS - MG	5	36
	GUARULHOS - SP	5	28
	SANTOS DUMONT - RJ	4	25
AVIANCA BRASIL	CONGONHAS - SP	2	17
	SANTOS DUMONT - RJ	2	15
PASSAREDO	LEITE LOPES / RIBEIRÃO PRETO - SP	2	5
TWO Aviation	PAMPULHA - CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE / BELO HORIZONTE - MG	1	2
MAP LINHAS AEREAS	EDUARDO GOMES / MANAUS - AM	1	2
TOTAL	EURICO DE AGUIAR SALLES / VITÓRIA - ES	1	2

Na Tabela 8 identifica-se o índice h e assim o ranking entra as empresas aéreas brasileiras. Como as três maiores possuíram o mesmo valor do índice h e como tratado na seção 2.1 a insensibilidade desse índice para a grande quantidade de voos para o destino nesse caso, calcula-se o índice R para comparar o novo ranking gerado.

Tabela 8: Valores e ranking do índice h2

Empresa Aérea	Índice h	Ranking 3
GOL	4	1
AZUL	4	1
TAM	4	1
AVIANCA BRASIL	2	2
PASSAREDO	1	3
TWO Aviation	1	3
MAP LINHAS AEREAS	1	3
TOTAL	1	3

O índice R é calculado para cada empresa somando-se as quantidades de voos obtidos do núcleo h da Tabela 7. Como exemplo de cálculo, para TAM obtém-se 179 (43+65+30+41) e a raiz quadrada desse valor é o índice R = 13,38. A Tabela 9 lista cada empresa com seu respectivo índice R e sua posição no novo ranking gerado.

Tabela 9: Valores e ranking do Índice R

Empresa Aérea	Índice R	Ranking 4
TAM	13,38	1
GOL	12,37	2
AZUL	11,58	3
AVIANCA BRASIL	5,66	4
PASSAREDO	2,24	5
TWO Aviation	1,41	6
MAP LINHAS AEREAS	1,41	6
TOTAL	1,41	6

Pode-se verificar que como o índice R é sensível as quantidades de voo entre os destinos e é um número real e não natural como o índice h, ele é o mais indicado para esse tipo de análise, principalmente para obter-se um ranking que diferencia cada empresa aérea.

Identifica-se que a Azul, que ficou em primeiro lugar nos rankings da Tabela 3 em uma análise criteriosa, considerando a importância de cada rota e quantidade de voos ela obteve a terceira posição. E a TAM que estava em terceiro lugar (pois tinha menos número de destinos e quantidades de voos totais) obteve a primeira posição, pois possui mais quantidades de voos e destinos nos aeroportos mais importantes.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo propôs uma análise da malha aérea baseada no índice h e no índice R, com a definição dos principais destinos e aeroportos e identificando assim os pontos centrais da rede para cada companhia aérea. E assim ranquear as empresas aéreas com base nesse índice. Foi verificado que o índice R identificou melhor a posição de cada empresa, considerando os destinos e a quantidade de voos para cada destino para cada empresa aérea.

Diferente da proposta original do índice h, com artigos e citações que sofrem apenas acréscimos ao longo do tempo, voos e destinos podem ser criados, alterados ou eliminados por diversos motivos, com isso essa análise deve periodicamente ser revisada, verificando o comportamento do índice em um longo período de tempo.

Apesar de propor a utilização do índice R para a análise de aeroportos e companhia aérea o foco do estudo foi classificar as empresas aéreas de acordo com esses valores de índice.

Estudos futuros podem realizar a análise para outros períodos de tempo e a aplicação dessa metodologia para os voos internacionais, assim como comparar a classificação obtida com outras já realizadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem as sugestões recebidas de diversos colegas, que permitiram aprimorar o texto e eliminar diversas inconsistências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonakis, J., Lalive, R. (2008) *Quantifying scholarly impact: IQp versus the Hirsch h*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 59 (6), 956–969.
- Ball, P. (2007). *Achievement index climbs the ranks*. Nature, 448, 737.
- Batista, P.D., Campiteli, M.G., Kinouchi, O. (2006). *Is it possible to compare researchers with different scientific interests?* Scientometrics, 68(1), 179–189.
- Bel, G., Fageda, X. (2008). *Getting there fast: globalization, intercontinental flights and location of headquarters*. Journal of Economic Geography, 8, 471–495
- Bouyssou, D., Marchant, T. (2014) *An axiomatic approach to bibliometric rankings and indices*. Journal of Informetrics, 8(3), 449–477.
- Braun, T., Glänzel, W., Schubert, A. (2006) *A Hirsch-type index for journals*. The Scientist, 69 (1), 169–173.
- Bruechner, J. K. (2013), *Airline traffic and urban economic development*. Urban Studies, 40, 1455–1470
- BiHui, J. (2007) *The AR-index: Complementing the h-index*. ISSI Newsletter 3 (1), 6.
- BiHui, J., LiMing, L., Rousseau, R., Egghe, L. (2007) *The R- and AR-indices: Complementing the h-index*. Chinese Science Bulletin 52 (6), 855–963.
- Castillo, C., Donato, D., Gionis, A. (2007) *Estimating number of citations using author reputation*. String Processing and Information Retrieval. Springer, Berlin, Heilberg, 107–117.
- Deineko, V.G., Woeginger, G.J. (2009) *A new family of scientific impact measures: The generalized Kosmulski indices*. Scientometrics, 80(3), 819–828.
- Derudder, B., Devriendt, L., Witlox, F. (2007), *Flying where you don't want to go: an empirical analysis of hubs in the global airline network*. Journal of economic and social geography, 98, 307–324.
- Egghe, L. (2006) *An improvement of the h-index: The g-index*. ISSI Newsletter, 2(1), 8–9.
- Egghe, L. (2010) *The Hirsch index and related impact measures*. Annual Review of Information Science and Technology, 44, 65–114.
- Fageda, X., Suau-Sanchez, P., Mason, K. J. (2015), *The evolving low-cost business model: Network implications of fare bundling and connecting flights in Europe*. Journal of Air Transport Management 42, 289–296
- Fageda, X., Flores-Fillol, R. (2015), *A note on optimal airline networks under airport congestion*. Economics Letters, 128, 90–94
- Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D. (2007) *Management by Measurement: Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems*. Springer-Verlag, Berlin.
- Franceschini, F., Maisano, D.A. (2010) *Analysis of the Hirsch index's operational properties*. European Journal of Operational Research, 203(2), 494–504.
- Green, R. (2007), *Airports and economic development*. Real estate economics, 35, 91–112
- Hirsch, J. E. (2005). *An index to quantify an individual's scientific research output*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102(46), 16569–16572.
- Hwang, Y.-A. (2013) *An axiomatization of the Hirsch-index without adopting monotonicity*. Applied Mathematics & Information Sciences. An International Journal, 7(4): 1317–1322.
- Jin, B., Liang, L., Rousseau, R., Egghe, L. (2007). *The R- and AR-indices: Complementing the h-index*. Chinese Science Bulletin, 52(6), 855–863.
- Lima, R. A., Velho, L. M. L. S., De Faria, L. I. L. (2012) *Bibliometria e “avaliação” da atividade científica: um estudo sobre o índice-h*. Perspectivas em Ciência da Informação, 17 (3), 3–17.
- Marchant, T. (2009). *An axiomatic characterization of the ranking based on the h-index and some other bibliometric rankings of authors*. Scientometrics, 80(2):327–344.
- Miroiu, A. (2013) *Axiomatizing the Hirsch index: Quantity and quality disjointed*. Journal of Informetrics, 7(1), 10–15, 2013.
- Pereira, D. D.; Brandão, L. C.; J. C. C. B. S.; Dell Cecchio, R.. *Centralidade Aérea baseado no índice tipo h*. XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - Anpet, 2015, Ouro Preto, MG. Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2015. v. 2015.
- Quesada, A. (2009) *Monotonicity and the Hirsch index*. Journal of Informetrics, 3(2), 158–160.
- Quesada, A. (2010). *More axiomatics for the Hirsch index*. Scientometrics, 82, 413–418.
- Quesada, A. (2011). *Axiomatics for the Hirsch index and the Egghe index*. Journal of Informetrics, 5, 476–480.
- Rubem, A.P.S., Moura, A.L., Soares de Mello, J.C.C.B. (2014). *Comparative analysis of some individual bibliometric indices when applied to groups of researchers*. Scientometrics, published online: 09

- September 2014. DOI: 10.1007/s11192-014-1428-y
- Schreiber, M. (2007). *Self-citation corrections for the Hirsch index*. EuroPhysics Letters, 78. doi:10.1209/0295-5075/78/30002.
- Schreiber, M. (2008). *A modification of the h-index: The hm-index accounts for multiauthored manuscripts*. Journal of Informetrics, 2(3), 211–216.
- Schreiber, M. (2010). *Twenty Hirsch index variants and other indicators giving more or less preference to highly cited papers*. Annalen der Physik, 522(8), 536–554.
- Sidiropoulos, A., Katsaros, D., Manolopoulos, Y. (2007) *Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks*. Scientometrics, 72 (2), 253–280.
- Thomaz, P. G., Assad, R. S., Moreira, L. F. P., (2011). *Uso do Fator de impacto e do índice-h para avaliar pesquisadores e publicações*. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 96 (2), 90-93
- Waltman, L. & Van Eck, N.J. (2012). *The inconsistency of the h-index*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 63(2), 406–415.
- Woeginger, G.J. (2008a) *An axiomatic characterization of the Hirsch-index*. Mathematical Social Sciences, 56, 224–232.
- Woeginger, G.J. (2008b) *A symmetry axiom for scientific impact indices*. Journal of Informetrics, 2(4), 298–303.

Fernanda Luz da Silva (fluz@idd.uff.br)
Deivison da Silveira Pereira (dspereira@id.uff.br)
João Carlos Correia Baptista Soares de Mello (jcsello@producao.uff.br)
Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, 24210-240, Niterói, RJ