

Os desdobramentos do tamanho de grupos de pesquisa: uma revisão de literatura

Guilherme Alves

guilherme.alves.santana@gmail.com

Fábio Silva

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da Informação, Recife,
PE, Brasil

fabiomascarenhas@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26512/rici.v15.n3.2022.39074>

Recebido/Recibido/Received: 2021-07-28

Aceitado/Aceptado/Accepted: 2022-09-08

Resumo

Estudos brasileiros e internacionais constataram reconfigurações na composição dos Grupos de Pesquisa para atender demandas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), a nível acadêmico, social ou inovativo. No entanto, o cenário constatado em estudos internacionais é que aumentar o número de pesquisadores (de forma desnecessária/não planejada) pode comprometer negativamente variáveis endógenas (indicadores internos, como: produções bibliográficas; formação de recursos humanos, e; atividades de pesquisa) e variáveis exógenas (qualificação da produção científica e dos próprios pesquisadores). Desta forma, este artigo traz reflexões e resultados de pesquisas publicados na literatura internacional sobre os desdobramentos do tamanho de Grupos de Pesquisa à luz da Teoria dos Rendimentos de Escala. É uma pesquisa exploratória quanto aos fins, quanto aos meios é bibliográfica. A literatura revelou pontos relevantes, tais como: Grupos menores alcançam melhores desempenhos que Grupos com mais pesquisadores; há evidentes relações entre o crescimento do número de pesquisadores em Grupos maiores e uma consequente redução na média da produção e citações. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que os Grupos de Maior porte ao redor do mundo podem obter melhores rendimentos de escala se diminuïrem em duas ou três vezes o seu tamanho.

Palavras-chave: Tamanho de Grupos. Agrupamentos de Pesquisadores. Rendimentos de Escala.

Las despliegas del tamaño del grupos de búsqueda: una revisión de la literatura

Resumen

Estudios brasileños e internacionales han encontrado reconfiguraciones en la composición de los Grupos de Investigación para atender las demandas de Ciencia, Tecnología e Innovación, a nivel académico, social o innovador. Sin embargo, el escenario encontrado en estudios empíricos extranjeros es que el aumento del número de investigadores (innecesariamente / no planificado) puede comprometer negativamente variables endógenas (indicadores internos, tales como: producciones bibliográficas; formación de recursos humanos y; actividades de investigación) y variables exógenas (calificación de la producción científica y de los propios investigadores). Así, este artículo realiza una revisión de la literatura sobre las consecuencias del tamaño de los Grupos de Investigación a la luz de la Teoría de la Renta de Escalas. En cuanto a los procedimientos metodológicos, se trata de una investigación explicativa que adoptó el método de enfoque hipotético deductivo y se realizó una búsqueda bibliográfica. La revisión de la literatura reveló algunos hallazgos relevantes, tales como: Los grupos más pequeños logran mejores

desempeños que los Grupos con más investigadores; existen evidentes relaciones entre el crecimiento del número de investigadores en grupos más grandes y la consecuente reducción de la producción media y de las citas. Con base en los resultados obtenidos, se encontró que Grupos más grandes alrededor del mundo pueden obtener mejores rendimientos a escala si reducen su tamaño en dos o tres veces.

Palabras claves: Tamaño de los grupos. Grupos de investigadores. Ingresos de escala.

Research group size foldings: a literature review

Abstract

Brazilian and international studies have found reconfigurations in the composition of Research Groups to meet the demands of Science, Technology and Innovation, at the academic, social or innovative level. However, the scenario found in foreign empirical studies is that increasing the number of researchers (unnecessarily/unplanned) can negatively compromise endogenous variables (internal indicators, such as: bibliographic productions; training of human resources, and; research activities) and exogenous variables (qualification of scientific production and of researchers themselves). Thus, this article performs a review of the literature on the consequences of the size of Research Groups in the light of the Scale Income Theory. As for the methodological procedures, it is an explanatory research that adopted the method of deductive hypothetical approach, and a literature search was undertaken. The literature review revealed some relevant findings, such as: Smaller groups achieve better performances than Groups with more researchers; there are evident relationships between the growth in the number of researchers in larger groups and a consequent reduction in the average production and citations. Based on the results obtained, it was found that Larger Groups around the world can obtain better returns to scale if they reduce their size by two or three times.

Keywords: Size of Groups. Returns of Scale. Researcher Groups.

1 Introdução

A literatura sobre Grupos de Pesquisa perpassa por diversas questões, como produtividade, financiamento e colaboração científica. Esta discussão apoia o entendimento sobre a dinâmica dos Grupos, relações sociais entre pesquisadores e como o estímulo a pesquisa pode contribuir na Ciência. É notável que existem comportamentos comuns em grupos, dando a entender que elementos específicos influenciam sua configuração. Inclusive, um dos fatores, segundo o CNPq (2020), que tornam um Grupo atípico é ter mais de 10 membros. Demarca-se a partir deste momento uma discussão sobre o quantitativo de pesquisadores de Grupos.

No passado, contestava-se que o aumento do tamanho de Grupos na Ciência poderia proporcionar vantagens. A principal lógica para assumir que Grupos maiores de pesquisa seriam mais produtivos era a de que seus membros receberiam mais vantagens intelectuais com a aproximação de pesquisadores, e de que seria uma consequência ter mais êxito na candidatura a bolsas, aprovação em concursos, inserção na docência em pós-graduações. Outra justificativa seria a de que poderiam obter mais estímulo a ideias e pesquisa através das interações com colegas de linhas de pesquisa similares. Ainda existia a expectativa de terem maiores chances de promover internamente a massa crítica necessária para aplicações bem sucedidas de pesquisa de subvenções, e de que maiores Grupos de Pesquisa seriam mais propensos a atrair pesquisadores de alta qualidade (KYVIK, 1995; TUNZELMANN, *et al.*, 2003).

Pode-se entender o motivo da contestação por um ponto de vista econômico, pragmático e mecanicista, tomando o exemplo das Instituições de Ensino Superior (IES), como as Universidades, que podem ser compreendidas como grandes produtoras (indústrias) de informação e conhecimento. Esta é a lógica taylorista/fordista, que difundiu-se mundialmente e influenciou fortemente diversos segmentos da sociedade. Nesta analogia, a Universidade contaria com unidades de produção (neste caso os Grupos de pesquisa) e operários (representados por professores, técnicos e estudantes).

Tal lógica pressupõe que quanto mais operários trabalham em uma unidade de produção, melhores resultados (em quantidade) a unidade alcançará. No entanto, análises sociológicas da Ciência demonstram que esta não é uma condição absoluta, tampouco uma certeza, visto que outros aspectos podem comprometer a produção, como uma gestão ineficiente, egos inflados, orgulhos exacerbados, ambiência e clima organizacional ruins, entre outros. Price e Beaver (1966) trouxeram a temática do tamanho dos Grupos à tona quando analisaram colégios invisíveis e averiguaram que agrupamentos com menor número de cientistas alcançavam maior produtividade quando comparados a média dos Grupos, e ainda demonstraram vínculos mais constantes de coautoria. Salienta-se que os mencionados autores identificaram que a produção científica oriunda dos colégios invisíveis com menos pesquisadores era quase proporcional ao seu tamanho e que formavam indivíduos extraordinariamente produtivos.

Ao longo do tempo, outros estudos a respeito da produtividade dos grupos de pesquisa foram realizados, destacando-se o de Brandt e Schubert (2013), que, baseados em conceitos das Ciências Econômicas, adotaram a Teoria dos Rendimentos de Escala para avaliar a produtividade científica seguindo um princípio usualmente aplicado no setor produtivo. Os autores supracitados destacaram que as Universidades e Laboratórios são, por vezes, vistos como fábricas de conhecimento e os pesquisadores como os operários do saber, cujas metas precisam ser alcançadas. A adesão a Teoria dos Rendimentos de Escala buscou demonstrar que o aumento não planejado de Grupos de Pesquisa, diferente do que alguns acreditam, pode fragilizar as atividades relacionadas a produção científica e ainda os índices de citações dos pesquisadores. Segundo a mencionada teoria, para ampliar um volume de produção (resultado), deve-se ampliar os insumos necessários (recursos) como tempo, custo, pessoas, matéria-prima, tecnologias e horas de trabalho (SRAFFA, 1926). Desta maneira, este artigo tem como objetivo, discutir os desdobramentos do tamanho de Grupos de Pesquisa à luz da Teoria dos Rendimentos de Escala baseado em bibliografia sobre o tema.

Baseado em Vergara (2016), considera-se que este estudo, quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa explicativa, devido esclarecer e tornar inteligível a relação causal entre

fenômenos. O conhecimento acumulado e consensual sobre o tema, em particular na literatura brasileira ainda é incipiente e por esta razão, este estudo possibilitará a comunidade científica ampliar os debates acerca da configuração de Grupos de Pesquisa nacionais.

Ainda sobre a caracterização deste estudo, quanto aos meios, se revela como uma pesquisa bibliográfica, para tal realizou-se levantamento de literatura pertinente ao pressuposto de que o aumento não planejado do número de pesquisadores pode reconfigurar negativamente os Grupos de pesquisa, e que, do ponto de vista dos Rendimentos de Escala, pode comprometer as atividades acadêmicas que exercem.

Após busca inicial na Scielo e na Plataforma Lattes, percebeu-se a inexistência de textos sobre o tema em questão. O passo subsequente foi acessar bases de dados internacionais, foram definidas assim a Scopus e a Web of Science (WoS), por possibilitarem uma busca unificada a boa parcelada literatura internacional. O levantamento dos artigos considerou o período de 1970 a 2021, não havendo restrição de autores, países ou áreas do conhecimento.

2 Estudos internacionais sobre tamanhos dos grupos: ser maior é melhor?

Desde o estudo de Price e Beaver (1966), pesquisas vêm sendo empreendidas em diversos países para entender os comportamentos e configurações dos Grupos. Os estudos de Wallmark *et al* (1973) e Cohen (1981), por exemplo, argumentavam que aumentar o tamanho do Grupo de pesquisadores não necessariamente levaria a um aumento exponencial de produtividade. Entendendo essa situação, Stankiewicz (1979) e Qurashi (1972; 1984) indicaram a existência de tamanhos ideais em Grupos de pesquisa, deixando assim, insumos para estudos vindouros. Qurashi (1972), inclusive, estimou o coeficiente de proporcionalidade ucraniano (ou seja, o número anual de publicações por cientista) entre 1,5 e 1,9 publicações anuais por pesquisador (da área de Matemática e Física Teórica); e na área de Biologia Geral, verificou uma média de 1,5 publicações anuais. Também foram mapeadas a área de Geologia com 1,2 publicações por ano, Bioquímica e Medicina Teórica (com 1,1), Física Aplicada (1,0), Química e Tecnologia Química (0,9) e Ciências Técnicas (0,8).

Em trabalho seminal, Cohen (1991), avaliou o índice de publicações em relação ao tamanho de laboratórios instalados em três instituições de pesquisas biomédicas: Universidade Rockefeller (Nova York, EUA); Instituto Nacional do Câncer (Bethesda, EUA); e, o Instituto Nacional de Pesquisa Médica (Londres, Inglaterra). O autor apresentou diagramas de dispersão (com a coordenada horizontal medindo o número de cientistas em um laboratório, o eixo vertical medindo o número de publicações) e averiguou que usualmente cada cientista aumenta o número anual esperado de publicações de um laboratório em aproximadamente 1,1 produção, independentemente do tamanho do laboratório. Embora as três instituições

apresentassem tamanhos laboratoriais médios diferentes, a distribuição de frequência de publicações sobre o tamanho do laboratório em cada instituição era basicamente a mesma. É um fato particular chamou a atenção: os laboratórios com menos cientistas publicaram proporcionalmente mais se comparado aos grupos maiores.

Em estudo realizado em grupos da Engenharia, na Inglaterra e na Austrália, Johnston, Grigg e Currie (1995) verificaram que, independentemente do tamanho de uma unidade de pesquisa, pesquisadores sempre promoviam uma reorganização em grupos menores. Os autores supracitados identificaram que a reorganização em tamanho menor tornava a comunicação mais eficiente e melhorava a produtividade. Ainda ressaltaram que quedas na produção eram frequentes em agrupamentos maiores (centros de pesquisa, por exemplo) devido às diversas cisões (reorganizações) que ocorriam nos grupos com o objetivo de restabelecer padrões de interação desejados (nível mínimo de recursos, particularmente na forma de equipamento ou biblioteca, juntamente com um nível mínimo de interação intelectual).

Outro aspecto a ser considerado sobre a aglomeração de pesquisadores relaciona-se as indivisibilidades, o que significa que as entradas não são arbitrariamente escaláveis. Isso sugere a existência de um tamanho mínimo eficiente para utilizar e produzir recursos. Na mesma linha, Diaz-Frances, Ruiz-Velasco e Jimenez (1995) verificaram a relação entre a taxa de publicação e o tamanho de grupo de pesquisa mexicanos. Os dados obtidos apontaram que a produção científica declinava à medida que o tamanho de grupo aumentava.

Em direção similar, na Noruega, Seglen e Aksnes (2000) analisaram a relação entre o tamanho do grupo de pesquisa e a produtividade científica do ambiente de pesquisa em Ciência Biomédica, na área de Microbiologia. A base que os autores construíram resultou em um total de 180 Grupos com tamanho variando de um autor com pelo menos um artigo a 180 autores com 83 artigos. Neste caso, a produtividade aferida dos cientistas noruegueses mostrou apenas variações moderadas entre os grupos, com 0,1 artigo publicado anualmente por autor, demonstrando que estar em um grupo grande não trazia vantagens mais significativas que estar em um grupo menor.

Kyvik (1995) e Tunzelmann *et al.* (2003) afirmam que pequenos grupos de pesquisa se beneficiam da maior individualidade e criatividade de seus pesquisadores, enquanto os grandes grupos têm níveis mais complexos de gestão e dificuldades (por vezes relacionados aos encargos administrativos e processos de coordenação). Tunzelmann *et al.* (2003) ainda evidenciaram que em alguns campos científicos a quantidade ideal de pesquisadores por grupo paira em torno de seis a oito pessoas.

Bonaccorsi e Daraio (2002) analisaram os dados do Conselho Nacional de Pesquisa da Itália e perceberam que a faixa etária média dos cientistas nos laboratórios e o tamanho dos laboratórios se distribuem da seguinte maneira: grupos menores com pesquisadores mais jovens e grupos maiores com pesquisadores mais experientes. Outro ponto a salientar é que em três, de seis domínios analisados, se descobriu que o aumento do tamanho dos laboratórios (ou seja, o número de pesquisadores) estava negativamente relacionado com a diminuição da produtividade.

Para avaliar a atividade de pesquisa francesa, Carayol e Matt (2004) levantaram dados em mais de oitenta laboratórios vinculados à Universidade Louis Pasteur e evidenciaram retornos decrescentes de escala (de produção científica) em grupos com tamanhos maiores. Em estudo realizado na Alemanha, Brandt e Schubert (2013) focaram as áreas de Astrofísica, Biotecnologia, Nanotecnologia e Economia, e os resultados impressionaram no que diz respeito a produtividade dos pesquisadores e o tamanho do grupo. A análise dos autores se baseou em três conjuntos de dados combinados entre os anos de 2007 e 2009, e observaram que ter um alto número (de entrada) de pesquisadores em um Grupo não implica em melhores resultados (saídas).

A respeito de uma possível relação entre o tamanho do grupo de pesquisa e o tamanho da unidade administrativo ao qual está subordinado, os resultados indicam que agrupamentos menores são capazes de funcionar melhor e produzir o suficiente para uma universidade (TUNZELMANN, *et al.*, 2003). Todavia, instituições de pesquisa ambiental seguiram uma analogia econômica e descontinuaram grupos menores para, e em contrapartida, criar grupos maiores seguindo uma orientação produtivista no qual o custo médio de um dado produto decresce à medida em que a escala de produção aumenta (VAN DER WAL, *et al.*, 2009). De acordo com Van Der Wal *et al.* (2009), este princípio prejudicou o desempenho científico dos institutos de pesquisa da área ambiental (Ecologia e Hidrologia) no Reino Unido, uma vez que a produtividade por cientista diminui com o aumento do tamanho dos grupos. Os autores ressaltam que fatores sociais poderosos limitam a produtividade de grupos maiores e que uma reavaliação na maneira de reestruturar organizações de Ciências Ambientais deve ser considerada para maximizar sua qualidade.

Ao analisar a produção dos grupos das Ciências Biológicas, no Reino Unido, Cook, Grange e Eyre-Walker (2015) revelaram, considerando três medidas de produtividade (número de publicações, fator de impacto dos periódicos nos quais os trabalhos são publicados e número de citações) que ter um grupo com muitos pesquisadores, proporcionalmente, não assegura um número maior de publicações. Segundo os autores, dobrar o tamanho do grupo pode reduzir a

menos da metade da produtividade desejada, e além disso, identificou-se um padrão de produção decrescente nos grupos com grande quantidade de pesquisadores.

As conclusões de Cook, Grange e Eyre-Walker (2015, p.1) sugerem que o aumento na produtividade nas Ciências Biológicas na Inglaterra tende a ser alcançado por meio do financiamento de mais pesquisadores-chaves em pequenos grupos de pesquisa. Este é um achado relevante para a Ciência, sobretudo quando se trata do dilema quantidade versus qualidade. Segundo os resultados obtidos pelos autores, o agrupamento de poucos pesquisadores tende a gerar um número qualitativo e quantitativo proporcionalmente maior a grupos com vários pesquisadores.

Nesta direção, Wadman (2010) avaliou dados do Instituto Nacional de Saúde (NIH-EUA) sobre o financiamento de Grupos versus produtividade, e descobriu que tanto o número de artigos quanto o fator de impacto mediano das publicações do instituto aumentaram durante o período de financiamento de seus laboratórios, e verificou também que, após o período de financiamento, o número de publicações e a mediana do fator de impacto diminuí. Estes resultados estimularam a criação de uma política de revisão adicional pelo NIH para as doações de laboratórios bem financiados (BERG, 2012). Resultados similares foram encontrados por Fortin e Currie (2013) sobre o financiamento canadense da Ciência, quando várias medidas de produtividade e impacto (incluindo o número de publicações e o número de citações) estão correlacionadas com o financiamento. Os autores supracitados também afirmaram que a produção científica aumentava com o financiamento, mas não proporcionalmente.

Uma reflexão sobre estes dados leva a considerar que financiamentos particionados para grupos relativamente produtivos aumenta a taxa de publicação e/ou a qualidade dos veículos onde os artigos são publicados. Johnston, Grigg e Currie (1995) indicaram que os grupos se organizam melhor quando estão com poucos membros, mas desde que preservada sua homogeneidade.

Estes resultados corroboram os achados de Cummings *et al.* (2013), que estudaram a produtividade longitudinal (publicação e produtividade da citação) de 549 Grupos de pesquisas (avaliando dados anteriores ao início dos projetos, até cinco a nove anos após finalizados). Os autores verificaram que a produtividade dos grupos reduzia a medida em que aumentavam de tamanho, e conseqüentemente quando cresciam de forma homogênea internamente. Segundo os autores, a heterogeneidade de conhecimentos estimula a formação de subgrupos, que não tem contribuído para uma cooperação científica mais eficaz. Neste caso, a maior heterogeneidade de um grupo traria efeitos mais negativos aos grupos grandes, dada a possibilidade de haver maior fragmentação em forma de subgrupos, neste caso, os autores

sugerem que a diversidade nos grupos pode ser mais bem aproveitada em unidades menores e mais coesas (CUMMINGS, *et al.*, 2013).

Palmer (1999) explica que o esforço de reorganização para ter subgrupos mais homogêneos é mais natural, uma vez que pessoas de campos e pensamentos diferentes dedicam maior esforço para desenvolver confiança, superar diferenças de linguagem e de interesses e se adequar às normas e formas individuais no processo de pesquisa. Bonaccorsi e Daraio (2005) acrescentam que a subdivisão do trabalho em vários níveis pode levar também ao aumento dos custos de comunicação, mais tempo dedicado para a administração do Grupo, diminuindo a diversidade da base de conhecimento. Naturalmente, quanto mais tempo dedicado à gestão e resolução de conflitos do Grupo, menos tempo para pesquisa e produção científica.

Na Itália, a ocorrência potencial de rendimentos variáveis na atividade de pesquisa é um fator a ser considerado nas escolhas sobre o tamanho das organizações de pesquisa e também no planejamento de exercícios nacionais de avaliação de pesquisa, para evitar o favorecimento de organizações que se beneficiariam do fato de serem grandes Grupos (ABRAMO, D'ANGELO, DI COSTA, 2012). A partir da análise realizada em 183 campos de Ciências duras em todas as 77 universidades italianas, Abramo, D'angelo e Di Costa, (2012) garantem que quando a composição de tamanho do grupo é levada em consideração, universidades com um amplo número de áreas obtém desempenho superior às instituições de enfoque especial. Em estudo subsequente, Abramo, D'angelo e Di Costa, (2014) investigaram também que, em geral, o escopo dos campos de pesquisa não tem impacto na produtividade da pesquisa ou na intensidade da colaboração interdisciplinar. Infere-se, portanto, que a área de atuação do pesquisador não é determinante para sua produção ou colaboração.

A abordagem dos efeitos de aglomeração estudada por Brandt e Schubert (2013) indica o grau em que se aconselha alocar grupos de pesquisa espacial e/ou organizacionalmente juntos em uma instituição de ensino. Para os autores, as vantagens em manter os grupos de pesquisa em tamanhos menores são: maior cooperação; melhor colocação; reunião em um espaço específico; partilha física da infraestrutura; gestão menos verticalizada. Além disso, um contato mais direto gera um compartilhamento bilateral de conhecimento entre os pesquisadores dos Grupos (KRUGMAN, 1991; ANDERSSON; QUIGLEY; WILHELMSON, 2004).

Perović *et al.* (2016) analisaram dados em uma série de experimentos realizados no laboratório americano Fermilab, (um dos principais de física de alta energia do mundo). Os autores compararam taxas de publicação e citação com algumas variáveis, tais como: tamanho da equipe; número de equipes por experimento; tempo de conclusão. Os resultados concordam com outros estudos destacados até este momento, mostrando que equipes menores de

pesquisa são mais produtivas e que a eficiência da equipe decai com o aumento do tamanho (PEROVIĆ, *et al.*, 2016). Ainda salientam que os resultados dos laboratórios deveriam idealmente ter entre dez e quinze membros para manter satisfatórias taxas de publicação e citação.

Embora a discussão se pautar até aqui nos benefícios de desenvolver sinergia e cooperação de pesquisadores em pequenos agrupamentos, Horta e Lacy (2011) verificaram que aumentar o tamanho da unidade de pesquisa não influenciava na produção científica total de pesquisadores portugueses, mas influenciava no perfil da produção científica individual. Tanto é que os acadêmicos portugueses de grandes unidades de pesquisa publicam mais em veículos estrangeiros do que em revistas nacionais revisadas por pares, levando-os a obter uma maior visibilidade internacional. Na mesma direção, Carillo, Papagni e Sapio (2013) averiguaram que a troca de conhecimentos e compartilhamento de recursos com estrangeiros levam pesquisadores italianos a uma maior produtividade individual.

Relevante destacar o paradoxo que é atuar em um grupo de pesquisa, mas ainda assim produzir individualmente em veículos de publicação. Carayol e Matt (2004, 2006) aferiram este comportamento em instituições francesas, bem como Santana e Silva (2015) fizeram em Grupos de Pesquisa brasileiros.

Com tais resultados e tomando uma indagação de Brandt e Schubert (2013, 2015), é importante destacar que não necessariamente um grande grupo em uma grande universidade terá melhores resultados se comparado proporcionalmente a um pequeno grupo na mesma instituição. Esta discussão pode diferir entre campos de assuntos principais, como mostram estudos individuais, mas indicam a necessidade de ajustes na gestão, produtividade e relacionamento entre grupos.

3 Rendimentos de escala em grupos de pesquisa

Na área das Ciências Econômicas há teorias e campos de estudo que buscam compreender, entre outros aspectos, as organizações, as unidades de produção e as pessoas. Na Microeconomia há um fenômeno denominado Rendimentos de Escala, cujos estudos remontam à década de 1920 e que tiveram como pioneiros Robertson (1924), Sraffa (1926) e Pigou (1927), e que posteriormente teve seu conceito consolidado por Robertson, Sraffa e Shove (1930). Os estudos sobre Rendimentos de Escala analisam a relação entre o aumento quantitativo dos fatores produtivos e respectivos resultados no volume de produção (SRAFFA, 1926). Ao analisar algumas pesquisas, Shackle (1991) e Arthur (1996) apuraram que o alcance de um específico volume de produção requeria a ampliação da quantidade de fatores necessários, tais como: tempo; custo; pessoas; matéria-prima; tecnologias; e, horas de trabalho. O senso comum infere que aumentar o volume de produção pode levar a uma maior eficiência

nos resultados. Entretanto, Sraffa (1926) ressalta que este resultado pode ocorrer de diferentes formas, por isso aponta três distintos tipos de rendimentos de escala:

a) rendimentos crescentes de escala: este fenômeno ocorre quando o aumento dos fatores de produção leva a um aumento proporcionalmente superior na produção média resultante (SRAFFA, 1926). Por exemplo: supõe-se que 10 unidades de produção geram um volume de 100 produtos em um determinado período. O rendimento crescente de escala ocorreria caso se aumentasse para 20 unidades de trabalho e se fosse obtido um volume de 250 produtos, por exemplo. Ou seja, a dobra dos fatores de produção na unidade de produção resultaria em um volume maior que o dobro do resultado inicial.

b) rendimentos constantes de escala: ocorre quando o dobro dos fatores de produção leva ao dobro da produção inicial (SRAFFA, 1926). Tomando o exemplo anterior, imagina-se que as 10 unidades de produção geram um volume de 100 produtos, mas que passariam a 200 produtos caso as unidades de produção fossem 20. O rendimento constante de escala ocorreria porque a dobra dos fatores de produção resultaria, exatamente, no dobro do resultado inicial.

c) rendimentos decrescentes de escala: somente acontece quando o dobro dos fatores de produção leva a um resultado inferior ao dobro da produção inicial (SRAFFA, 1926). Voltando ao mesmo exemplo dado nos tipos anteriores, caso as unidades passassem ao número de 20 e gerassem 150 produtos, ao invés de 200 produtos, a produção seria um rendimento decrescente de escala. Este fenômeno ocorreria devido a dobra dos fatores de produção terem resultado em um número inferior ao dobro do resultado inicial.

Desde então, estudos sobre Rendimentos de Escala têm se voltado à avaliação da capacidade de produção de países, segmentos, arranjos produtivos locais, empresas, unidades de produção e colaboradores. Em trabalho clássico, Arthur (1996) aponta que as inovações tecnológicas após a década de 1970 proporcionaram dois mundos distintos: um formado por rendimentos constantes ou decrescentes de escala, vivenciados normalmente em indústrias (de processamento ou produção), que apresentam vantagens competitivas até que esbarram em limitações que possibilitam um equilíbrio de preços e de mercado; e outro mundo marcado por rendimentos crescentes de escala, normalmente refletido em indústrias de alta tecnologia e de conhecimento, no qual o primeiro entrante obtém vantagens permanentes por sair na frente, tendendo a ampliar consideravelmente suas vantagens, se distanciando e muito de empresas que surgem muito tempo depois. Esta percepção revela que investimentos específicos em inovações e pessoas podem levar instituições e países a obter rendimentos crescentes de escala e a uma consequente posição de dominância produtiva.

Em uma direção similar, Zagottis (2008) verificou a distribuição internacional de renda e visualizou que a intensificação do comércio internacional conduziu governos e empresas a um

aprofundamento da divisão internacional de trabalho, realocação dos estoques de produção, reajuste na estrutura produtiva, ampliação da produtividade de pessoas nos setores em que atua, alterando o padrão de vida dos habitantes de cada Estado-nação. O resultado obtido por Zagottis (2008) se assemelha ao de Arthur (1996), pois ambos perceberam que o processo de desenvolvimento setorial leva empresas a absorverem mão-de-obra com maiores qualificações (nacionais ou estrangeiras), elevando os custos fixos.

Alves (2004) avaliou a capacidade de produção de empresas agrícolas no Brasil e observou que as empresas que tinham retornos crescentes ou constantes, enfrentavam restrições que não permitiam a expansão de suas produções, e, por isso, o nível de produção não era otimizado, e assim, o equilíbrio tornava-se instável. Este resultado demonstra que pode ocorrer uma estagnação produtiva quando uma operação atinge sua máxima capacidade de produção (ALVES, 2004). Novas medidas e tecnologias são necessárias para permitir a evolução nesses casos.

Ao avaliar o desempenho exportador de indústrias brasileiras, De Negri (2006) encontrou evidências de que o tamanho do mercado brasileiro permitia atingir uma escala de produção competitiva, mas que precisava readequar a produtividade dos operários para chegar no nível de empresas no mercado internacional. O autor somente identificou esta possibilidade ao analisar a produção das indústrias e por aferir que a competitividade da produção de bens somente ocorreria se houvesse rendimentos crescentes de escala.

Vale salientar que Schubert e Tavassoli (2020) analisaram dados referentes a equipes de alta gestão e de média gestão de empresa suecas e comprovaram os resultados de Cummings *et al* (2013) ao verificar que a diversidade de pensamentos de equipes de média gestão afetava o resultado real dos processos de inovação. Isto demonstra que a heterogeneidade em grupos com mais pessoas (equipes de média gestão) pode comprometer o resultado real da inovação em uma organização, e em particular, no aperfeiçoamento ou criação do zero de produtos e seu grau de novidade no mercado.

Destaca-se também que apesar do conceito de rendimento de escala ser comum às Ciências Econômicas (ARTHUR, 1996; ZAGOTTIS, 2008; ALVES, 2004; DE NEGRI, 2006; SCHUBERT, TAVASSOLI, 2020), a natureza multidisciplinar da Ciência e a interação com outros conceitos voltados a produtividade levam autores a realizar comparações análogas do rendimento de escala ao ambiente acadêmico (COHN, RHINE, SANTOS, 1989; GLASS, MCKILLOP, HYNDMAN, 1995; KOSHAL, KOSHAL, 1995; LABAND, LENTZ, 2003; SAV, 2004; WORTHINGTON, HIGGS, 2011; BRANDT, SCHUBERT, 2013).

Tais estudos defendem haver explicações econômicas relacionadas às características do processo de produção científica, tais como: obter financiamento a pesquisas; superar pressões

para exceder a expectativa de publicações científicas; aumentar fatores produtivos, como novos ou mais avançados equipamentos, acesso a bases de dados mais caras, compra de insumos para testes, entre outros (WORTHINGTON, HIGGS, 2011). Esta situação decorre das inúmeras motivações apontadas por Vanz e Stumpf (2010, p. 50-51) que levam pesquisadores a ampliarem a colaboração científica:

Alinhados conceitualmente com Vanz e Stumpf (2010), Glänzel e Schubert (2004), Brandt e Schubert (2013) acrescentam que a atuação em rede e em arranjos produtivos locais fortalecem e geram benefícios as Universidades e Grupos de pesquisadores. No entanto, os autores esclarecem que aumentar o tamanho do grupo de pesquisa não necessariamente trará rendimentos crescentes ou constantes de escala.

Para comprovar este argumento, Brandt e Schubert (2013) realizaram um estudo em grupos de pesquisa de institutos alemães e conseguiram identificar retornos decrescentes de escala ao nível dos grupos de pesquisa. Como consequência, os autores supracitados afirmam que uma organização universitária eficiente precisaria aproximar grupos de pequeno porte, mas sem fundi-los, permitindo uma troca de boas práticas, conhecimentos, infraestrutura e tecnologias.

Schubert (2014) continuou a pesquisa com os grupos de pesquisa alemães (das áreas de Astrofísica, Nanotecnologia Biotecnologia, e Economia) e encontrou um resultado conectado ao de Arthur (1996) e Alves (2004): os grupos com um número menor de pesquisadores (abaixo do que o autor considerava ideal) se beneficiavam quando se aproximavam de grandes grupos, obtendo mais chance de alcançar rendimentos crescentes de escala.

Para alcançar melhores rendimentos de escala, otimizar o desempenho de seu sistema científico e construir um sistema de excelência no ensino superior, a China empreendeu grandes esforços nos últimos quarenta anos. A Biblioteca Nacional da Academia Chinesa de Ciências publicou um relatório sobre seus grupos de pesquisa, em 2015, demonstrando os avanços em número de citações e publicações. De acordo com o estudo, em várias disciplinas, como Biotecnologia Ambiental e Engenharia Química, a China superou até os Estados Unidos em termos de publicações. Song *et al.* (2019) constataram retornos constantes em escala ao minerar os dados de 58 universidades chinesas e identificaram os principais motivos que levaram o país a este cenário: 1) crescentes direcionamentos de recursos foram investidos no sistema científico chinês desde o início do século XXI; 2) uso mais eficiente dos recursos existentes e aumento gradual da autonomia das universidades com relação à concessão de diplomas e à definição de temáticas a serem pesquisadas.

Outro resultado interessante foi o encontrado por Yang *et al.* (2014), quando observaram que os institutos biológicos na China tinham quedas de produção quando o número de entradas (pesquisadores) aumentava. A indicação dos autores é que estes institutos têm a necessidade de analisar a razão subjacente à ocorrência de aglomeração de pessoas, para que os recursos de CT&I possam ser usados com mais eficiência.

Schubert e Yang (2016) analisaram dados de entradas e saídas de discentes em universidades alemãs em um conjunto de dados de 12 anos. À luz do rendimento de escala, observaram que as universidades alemãs apresentaram um declínio da escala ideal para o fornecimento de atividades de ensino das universidades. Os resultados sugerem que essa queda também se deve ao fato de que as despesas administrativas relativamente mais altas das universidades maiores se tornam um passivo organizacional em tempos de rápida mudança institucional.

Conectando também o universo acadêmico com a teoria dos rendimentos de escala, Cook, Grange e Eyre-Walker (2015) avaliaram dados da produtividade de Grupos de Pesquisa de instituições de ensino da área de Ciências Biológicas no Reino Unido e identificaram rendimentos decrescentes de escala de publicações na medida em que os Grupos aumentavam de tamanho.

Ao encontro destes achados científicos, estudos realizados em instituições francesas por Carayol e Matt (2004) e em Grupos de pesquisas do México por Diaz-Frances, Ruiz-Velasco e Jimenez (1995) também verificaram que o aumento do tamanho do Grupo de Pesquisa induzia a rendimentos decrescentes de escala de publicações. Vale ressaltar que um padrão semelhante foi averiguado no Canadá (FORTIN, CURRIE, 2013) e nos Estados Unidos (WADMAN, 2010).

Foi possível observar que os estudos empíricos até aqui fornecem várias respostas, e nesta linha Dyckhoff *et al.* (2013) e Clermont, Dirksen e Dyckhoff (2015) se basearam em dados fornecidos pelo Centro de Ensino Superior da área de Administração de Empresas de universidades na Alemanha e verificaram que as escolas de negócios de tamanho típico (pequeno ou médio) mostraram rendimentos constantes de escala. Além disso, observaram tendências de retornos decrescentes de escala para escolas de administração de grande porte. Neste contexto, a literatura leva a supor que existam tamanhos ótimos ou ideais de universidades, departamentos ou Grupos.

Em suma, os referidos estudos conseguiram aferir a existência de rendimentos decrescentes de escala na medida em que os Grupos cresciam. Este cenário também foi verificado por Cummings (2013) ao analisar os Rendimentos de Escala de 549 Grupos de pesquisa. O autor assegura que melhores indicadores de escala podem ser obtidos quando lições são aprendidas e quando são estabelecidas rotinas de trabalho mais consistentes nos Grupos.

Desta maneira, de acordo com Sav (2004), é possível assegurar que o rendimento de escala depende também do compartilhamento do conhecimento entre os membros, comunicação da informação e melhor gestão do Grupo de pesquisa. É neste ponto que lideranças consistentes podem apoiar na alavancagem do Grupo.

Johnston, Grigg e Currie (1995) perceberam que para alcançar maior eficiência e produtividade, os líderes dos Grupos organizavam seus membros em especialidades, uma vez que um amplo conhecimento sobre uma temática facilitava a construção de novos conhecimentos. Entretanto, avaliaram também que os rendimentos decrescentes de escala ocorriam quando membros de áreas diferentes ingressavam no Grupo (trazendo mais heterogeneidade) e ocasionando mais dispersão na composição.

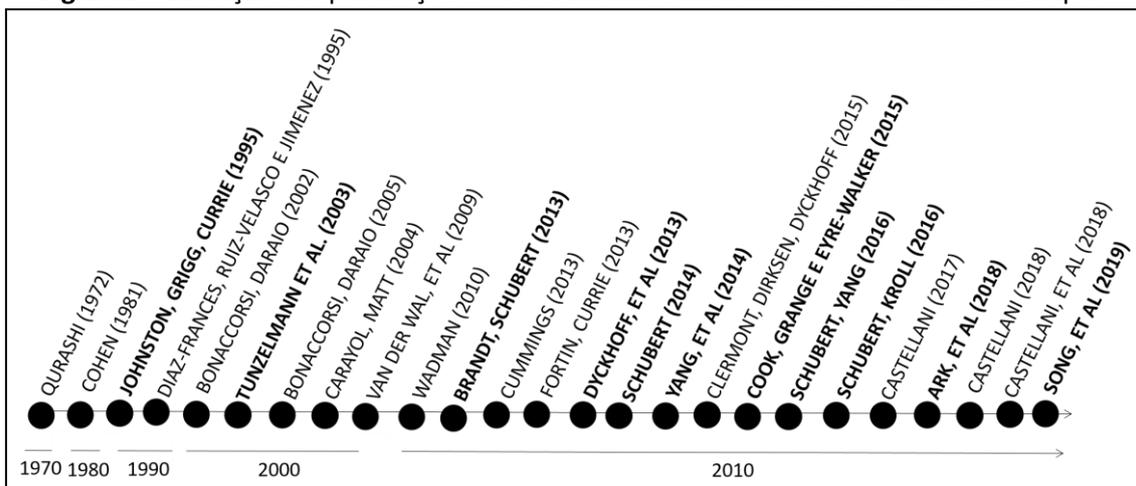
Ainda vale salientar que outros estudos foram realizados ao longo desta última década e tiveram (in)diretamente algum tipo de avaliação sobre rendimento de escala, tais como: Schubert e Kroll (2016) identificaram que Universidades alemãs de tamanho menor se beneficiavam quando haviam Universidades maiores em regiões próximas a sua localização; Castellani (2017) avaliou o retorno de investimentos em pesquisa no mundo e percebeu que várias instituições menores tinham resultados proporcionalmente melhores que instituições maiores; Ark et al (2018) e Castellani (2018) mediram a produtividade em instituições na Europa, e verificaram resultados que endossam a hipótese deste projeto; Castellani *et al.* (2018) aferiram rendimentos decrescentes de escala na produção científica americana e europeia, e argumentaram que a justificativa se dava por conta de falta de efetividade em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Ao correlacionar os estudos até aqui apresentados, observa-se que as universidades e Grupos de Pesquisa podem adotar medidas que levem os Grupos a obter rendimentos crescentes e constantes de escala na medida em que crescem. Acerca desta assertiva, Arthur (1996) aponta três mecanismos derivados de externalidades, que geram rendimentos crescentes de escala, à saber:

- a) elevados custos fixos relacionados a P&D – que são realizados na aquisição de novas tecnologias, desenvolvimento de inovações, e conseqüentemente na melhoria de laboratórios, infraestrutura, de processos de produção e de gestão;
- b) efeitos de rede – conexões derivadas da intercambiabilidade de determinados conhecimentos ou de tecnologia, ou da existência de procedimentos que se complementem uns aos outros;
- c) curvas de aprendizado – na medida em que as pessoas processam e aplicam os conhecimentos obtidos, há chance de criar produtos e inovações diferentes.

A fim de alocar adequadamente recursos acadêmicos, é essencial ter consciência das propriedades dos Rendimentos de Escala da função de produção subjacente. Por exemplo, surge a questão de saber em que medida uma expansão da equipe acadêmica de um departamento universitário seria aconselhável para utilizar ganhos marginais crescentes da produção de pesquisa. Compreendendo a importância desta linha de pesquisa, para uma visualização acerca dos estudos sobre tamanho e rendimentos de escala, apresenta-se a Figura 1.

Figura 1 – Evolução das publicações sobre Tamanho e Rendimentos de Escala em Grupos



Fonte: Dados da Pesquisa (2020).

A Figura 1 exemplifica como a discussão sobre a temática vem crescendo ao longo das últimas décadas no mundo, bem como a quantidade de autores interessados. Inclusive, os autores demarcados na Figura foram os que mais inspiraram ou contribuíram para o desenvolvimento deste artigo. Portanto, a revisão de literatura demonstrou a necessidade de Grupos desenvolverem estratégias de ajustes no processo de gestão para alcançar melhores resultados de produção científica, índice de citações e formação de recursos humanos, bem como compreender a melhor utilização dos fatores produtivos e diminuição dos custos do Grupo.

4 Considerações finais

Os estudos internacionais sobre os Rendimentos de Escala dos Grupos de Pesquisa revelaram algumas tendências, como por exemplo, que o aumento do número de pesquisadores tende a promover uma reorganização do próprio Grupo, que por sua vez demanda tempo para se traduzir em resultados. Observa-se que na variável Atividades de Pesquisa, poucos pesquisadores atuando em Grupos menores e mais conectados conseguem executar projetos de menor duração se comparado aos pesquisadores participantes de Grupos com grande

número de membros. Tal questão levanta a necessidade de os Grupos de maior porte desenvolverem ações de aproximação entre seus pesquisadores, bem como de criação de novas conexões com membros de outros Grupos e de outras Instituições, de modo que boas práticas sejam identificadas e implementadas.

Considera-se que deve ser aferida com maior frequência a capacidade dos Grupos de Menor porte impulsionarem a Formação de Recursos Humanos na sociedade. Em contrapartida, Grupos maiores precisam desenvolverem novas estratégias de incentivo aos novos talentos, para que jovens pesquisadores possam iniciar suas vivências com a CT&I, bem como desenvolver pensamento crítico e sistêmico, oxigenar a produção de conhecimento científico, e aprimorar competências. Foi possível observar que a longo prazo, o rearranjo de tamanho pode ser prejudicial para a produtividade e para a equanimidade dos grupos de maior porte.

Ressalva-se que uma das limitações deste estudo foi a inexistência de estudos sobre Rendimentos de Grupos brasileiros, fator este que impossibilitou comparações dos resultados de estudos estrangeiros com a realidade no Brasil. Naturalmente, medir a produtividade dos grupos a partir da Teoria de Rendimentos de Escala pode representar uma contribuição para a Ciência da Informação, pois podem trazer à tona um assunto relevante e explorado internacionalmente por diversos estudiosos há décadas. Embora a temática de avaliação de tamanhos de Grupos de Pesquisa tenha representatividade em diversos países, considera-se que existem imensas possibilidades de estudos analíticos na Ciência da Informação no Brasil. Inclusive, a adoção de técnicas bibliométricas e cientométricas pode contribuir para a difusão desse campo de estudo no país.

Ao longo deste artigo, foi recorrente a questão de um tamanho ideal para que um Grupo possa ser mais produtivo, mas ressalta-se que a produtividade (recomendada nesta pesquisa) não deve ser confundida com o produtivismo. Ou seja, por mais que os grupos não gerem rendimentos crescentes nas variáveis analisadas, esta pesquisa não sugere uma mal planejada busca por produção científica e por citações, porém recomenda uma revisão da capacidade produtiva dos grupos para que haja uma distribuição mais coerente de atividades que compõem a CT&I. Neste contexto, busca-se sensibilizar e provocar a comunidade científica em relação a gestão de Grupos de Pesquisa, para que efetivamente possam configurar um coletivo de pesquisadores engajados entre si.

Acerca destas recomendações, entende-se que a participação em um Grupo deve transcender a motivação de apenas ter um nome vinculado a um agrupamento e de gerar publicações científicas, e seguir na direção de compor e articular projetos de pesquisa relevantes para a sociedade, bem como de desenvolver redes de colaboratividade mais intensas. Um grupo mais equânime e equilibrado pode ter melhor compartilhamento de atividades, pesquisadores

que produzem menos podem colaborar e produzir mais, construção de novas parcerias, reconhecimento do capital intelectual de recursos humanos, surgimento de pesquisadores com múltiplas habilidades em diversos aspectos

Portanto, ressalva-se que este artigo teve o propósito de observar os rendimentos de escala em vários ângulos, uma vez que as atividades em CT&I em Grupos de Pesquisa precisam ser mais qualitativas e distribuídas. Por este motivo, os Coordenadores de área da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) devem considerar fundamental refletir o tamanho de seus Grupos. Neste ínterim, recomenda-se que as lideranças dos Grupos estreitem o relacionamento e a articulação junto aos seus pesquisadores, levando-os a interagir de maneira mais próxima.

Desta maneira, procurou-se demonstrar que pode haver uma melhor produtividade a partir de ajustes na configuração dos grupos. E sobre este cenário, sugere-se que futuros estudos possam aferir os Rendimentos de Escala de áreas do conhecimento, em particular aquelas de áreas com características reconhecidamente diferentes, tais como as humanas e sociais. Seria relevante verificar as implicações relacionadas ao cruzamento de variáveis, como atividades de gestão em CT&I, produção de patentes, financiamento de projetos, produção técnica, colaboração científica entre pesquisadores, colaboração externa entre instituições, produtos e serviços tecnológicos e de inovação.

Referências

- ABRAMO, G.; CICERO, T.; D'ANGELO, C. A. Revisiting size effects in higher education research productivity. **Higher Education**, v. 63, p. 701–717, 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-011-9471-6>>. Acesso em: 12 jun. 2020.
- ABRAMO, G.; D'ANGELO, C. A.; DI COSTA, F. Investigating returns to scope of research fields in universities. **Higher Education**, v. 68, n. 1, p. 1-17, Jul. 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-013-9685-x>>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- ALVES, E. Retornos de escala e mercado competitivo: teoria e evidências empíricas. **Revista De Economia e Agronegócio**, v. 2, n. 3, p. 311-334, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/7361>>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- ANDERSSON, R. QUIGLEY, J. M. WILHELMSON, M. University decentralization as regional policy: the Swedish experiment. **Journal of Economic Geography**, 4, 2004, p. 371-388.
- ARK, B. V.; *et al.* Solving the European productivity puzzle. **Intereconomics**, v. 53, n. 2, p. 52, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10272-018-0720-0.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

ARTHUR, W. B. Increasing returns and the two worlds of business. **Harvard Business Review**, p. 1-12, Jul/Ago., 1996. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8348/63fd781afcb2a3b8b5688eef3e7818355b89.pdf?_ga=2.127671437.1499498278.1594575753-400677777.1594575753>. Acesso em: 07 abr. 2020.

BERG, J. M. Well-funded investigators should receive extra scrutiny. **Nature**, n. 489, p. 203, 2012. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/489203a.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

BONACCORSI, A.; DARAIO, C. Exploring size and agglomeration effects on public research productivity. **Scientometrics**, v. 63, n. 1, p. 87–120, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220364388_Exploring_Size_and_Agglomeration_Effects_on_Public_Research_Productivity>. Acesso em: 07 abr. 2020.

BRANDT, T.; SCHUBERT, T. Is the university model an organizational necessity? Scale and agglomeration effects in science. **Scientometrics**, v. 94, p. 541–565, 2013. Disponível em: <http://wp.circle.lu.se/upload/CIRCLE/workingpapers/201201_Brandt_Schubert.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2020.

CARAYOL N.; MATT, M. Does research organization influence academic production? Laboratory level evidence from a large European university. **Research Policy**, v. 33, n.8, p.1081–1102, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004873330400071X>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

CARILLO, M. R.; PAPAGNI, E.; SAPIO, A. Do collaborations enhance the high-quality output of scientific institutions? Evidence from the Italian Research Assessment Exercise. **Journal of Socio-Economics**, v. 47, n.1, p. 25-36, Dez. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053535713001200>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

CASTELLANI, D.; *et al.* Can European productivity make progress? **Intereconomics** v. 52, n. 2, p. 75-78, 2018. Disponível em: <<https://www.intereconomics.eu/contents/year/2018/number/2/article/can-european-productivity-make-progress.html>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

CASTELLANI, D.; *et al.* Multinationality, R&D and productivity: Evidence from the top R&D investors worldwide. **International Business Review**, v. 26, n. 3, p; 405-416, 2017.

CASTELLANI, D. *et al.* The source of the US/EU productivity gap: less and less effective R&D. **LEM Working Paper Series**, v. 16, jun. 2018 Disponível em: <<http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2018-16.pdf>>

CLERMONT, M.; DIRKSEN, A.; DYCKHOFF, H. Returns to scale of Business Administration research in Germany. **Scientometrics**, v. 103, n.2, p. 583–614, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-015-1561-2>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

COHEN, J. E. Publication rate as a function of laboratory size in 3 biomedical-research institutions. **Scientometrics**, v. 2, n.2 , p. 35-52, 1981. Disponível em: <<http://lab.rockefeller.edu/cohenje/PDFs/081PublicationRateLabSizeBiomedicalResearchScientometrics1980.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

COHN, E.; RHINE, S.; SANTOS, M. Institutions of higher education as multi-product firms: economies of scale and scope. **Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 2, p. 284-290, 1989. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/pdf/1926974.pdf?seq=1>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Grupos de Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

COOK, I.; GRANGE, S. ADAM EYRE-WALKER, A. Research groups: how big should they be?. **PeerJournal**, v. 3, n. 6, p. 2-13, 2015. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/989.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

CUMMINGS, J. N. *et al.* Group heterogeneity increases the risks of large group size: a longitudinal study of productivity in research groups. **Psychological Science**, v. 24, n. 6, p. 1-11, Abr. 2013 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/236192117_Group_Heterogeneity_Increases_the_Risks_of_Large_Group_Size_A_Longitudinal_Study_of_Productivity_in_Research_Groups>. Acesso em: 07 abr. 2020.

CUMMINGS, J. N. *et al.* Group heterogeneity increases the risks of large group size: a longitudinal study of productivity in research groups. **Psychological Science**, v. 24, n. 6, p. 1-11, Abr. 2013 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/236192117_Group_Heterogeneity_Increases_the_Risks_of_Large_Group_Size_A_Longitudinal_Study_of_Productivity_in_Research_Groups>. Acesso em: 07 abr. 2020.

DE NEGRI, J. A.; ARAUJO, B. C. P. O. O Uso da Fronteira de Produção Estocástica para Estimar os Rendimentos Crescentes de Escala e o seu Efeito Sobre o Desempenho Exportador das Firms Industriais Brasileiras. In: NEGRI, João Alberto De; ARAUJO, Bruno Cezar Pino Oliveira de (Org.). **Empresas Brasileiras e o Comércio Internacional**. Brasília: IPEA, 2006, v. 01.

DIAZ-FRANCES, E.; RUIZ-VELASCO, S.; JIMENEZ, J. Relationship between publication rate and research group size in Mexico. In: BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 5th. Learned information, 1995. p. 137-146.

DYCKHOFF, H. *et al.* Measuring balanced effectiveness and efficiency of German business schools' research performance. **Zfb**, v. 3, Edição Especial, p. 39-60, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-03348-4_3>. Acesso em: 07 abr. 2020.

GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. Analysing scientific networks through co-authorship. In MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. **Handbook of Quantitative Science and Technology Research**. Netherlands Kluwer Academic, 2004. p. 257-276.

GLASS, J. C.; MCKILLOP, D. G.; HYNDMAN, N. S. The achievement of scale efficiency in UK universities: a multiple-input multiple-output analysis., **Education Economics**, v. 3, p. 249-263, 2006. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09645299500000023>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

JOHNSTON, R.; GRIGG, L.; CURRIE, J. Size versus performance. **Research Australian Universities Review**, v. 38, v. 2, p. 60-64, 1995. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ523114>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

KOSHAL, R. K.; KOSHAL, M. Quality and Economics of Scale. **Applied Economics**, v. 27, n. 8, p. 773-778, 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/24073716_Quality_and_Economies_of_Scale_in_Higher_Education>. Acesso em: 02 mar. 2020.

KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, p. 483-499, 1991.

KYVIK, S. Are big university departments better than small ones? **Higher Education**, v. 30, , p. 295–304, 1995.

LABAND, D. N.; LENTZ, B. F. New estimates of economies of scale and scope. **Higher education**, v. 70, n. 1, p. 172-183, 2003. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1061638?seq=1>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

PALMER, C. Structures and strategies of interdisciplinary science. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 50, p. 242–253, 1999. Disponível em: <<https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/%28SICI%291097-4571%281999%2950%3A3%3C242%3A%3AAID-ASI7%3E3.0.CO%3B2-7>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

PIGOU, A. C. The Laws of Diminishing and Increasing Cost. **Economic Journal**, v. 37, n. 146, p. 188–197, 1927. Disponível em: < <https://academic.oup.com/ej/article-abstract/37/146/188/5283101?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

PRICE, D. J. S.; BEAVER, B. Collaboration in an invisible collage. **American Psychologist**, v. 21, n. 11, p. 1011-1018, 1966. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/17263883_Collaboration_in_an_Invisible_College>. Acesso em: 07 abr. 2020.

QURASHI, M. M. Publication rate as a function of the laboratory/group size. **Scientometrics**, v. 6, p. 19-26, 1984. <https://doi.org/10.1007/BF02020110>

QURASHI, M. M. The optimum size of research groups for maximum effectiveness Parts III and IV. Proc. **Pakistan Academy of Sciences**, v. 9, p. 109–117, 1972. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f753/a4f41785cc5b02e55829ddac8d1c03892179.pdf?_ga=2.2807984.1499498278.1594575753-400677777.1594575753>. Acesso em: 07 abr. 2020.

ROBERTSON, D. H. SRAFFA, P.. SHOVE, G. F. Increasing Returns and the Representative Firm. **Economic Journal**, v. 40, n. 157, p. 79-116, Mar. 1930. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2223643?seq=1>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

ROBERTSON, D. H. Those Empty Boxes. **Economic Journal**, 1924.

SAV, G. T. Higher education costs and scale and scope economies. **Applied Economics**, v. 36, n. 6, p. 607-614, 2004. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0003684042000217643>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SCHUBERT, T.; KROLL, H. Universities' effects on regional GDP and unemployment: The case of Germany. **Papers in Regional Science**, v. 95, n. 3, p. 467-489, 2014. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/268528645_Universities'_effects_on_regional_GDP_and_unemployment_The_case_of_Germany>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SCHUBERT, T.; TAVASSOLI, S. Product innovation and educational diversity in top and middle management teams. **Academy of Management Journal**, v. 63, n. 1, p; 272-294, 2020. Disponível em: <<https://journals.aom.org/doi/full/10.5465/amj.2017.0741>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SEGLEN, P. O.; AKSNES, D. W. Scientific productivity and group size: a bibliometric analysis of Norwegian microbiological research. **Scientometrics**, v. 49, p. 125–143, 2000. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005665309719>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

SHACKLE, G. L. S. Origens da economia contemporânea: invenção e tradição no pensamento econômico (1926-1939). São Paulo: Hucitec. 1991. SCHUBERT, T.; G YANG, G.. Institutional change and the optimal size of universities. **Scientometrics**, v. 108, n. 3, p. 1129-1153, 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-016-2015-1>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

SONG, Y. *et al.* Measuring Scientific Productivity in China Using Malmquist Productivity. **Index Journal of Data and Information Science**, v. 4, n. 1, p. 32-59, 2019. Disponível em: <<https://content.sciendo.com/downloadpdf/journals/jdis/4/1/article-p32.xml>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

SRAFFA, P. The laws of returns under competitions. **Economic Journal**, v. 36, n. 144, p. 535-550, Dec. 1926. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/832648/mod_resource/content/3/The%20laws%20of%20returns%20under%20competitive%20conditions_Sraffa_1926.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

STANKIEWICZ, R. The size and age of Swedish academic research groups and their scientific performance. IN: F. M. ANDREWS, (Ed.) **Scientific Productivity: The Effectiveness of Research Groups in Six Countries**. Cambridge University Press; 1979, Paris Unesco, p. 191-222.

TUNZELMAN, V. *et al.* The Effects of Size on Research Performance: A SPRU Review. **SPRU, Science and Technology Policy Research Unit**. Brighton, UK: University of Sussex, 2003.

VANZ, S. A. S.; STUMPF, I. R. C. Colaboração científica: revisão teórico-conceitual. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p.42-55, maio 2010. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/1105/731>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

VEGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WADMAN, M. Study says middle sized labs do best. **Nature**, v. 468, p. 356–357, 2010. DOI 10.1038/468356a

WAL, V. D. R.; *et al.* Is bigger necessarily better for environmental research? **Scientometrics**, v. 78, n. 2, p. 317–322, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-007-2017-0>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

WALLMARK, S, J. T. *et al.* The increase in efficiency with size of research teams. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 20, n. 3, p. 80-86, 1973.

WORTHINGTON, A. C.; HIGGS, H.. Economies of scale and scope in Australian higher education. **Higher Education**, v. 61, p. 387-414, 2011. Disponível em:
<<https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-010-9337-3>>. Acesso em: 07 abr. 2020.

YANG, G. L.*et al.* A study on directional returns to scale. **Journal of Informetrics**, v. 8, n. 3, p. 628–641, .2014. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751157714000522>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

ZAGOTTIS, A. Rendimentos crescentes e a distribuição internacional de renda. **Revista de Economia Política**, v. 28, n. 3, p. 454-470, jul./set. 2008. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/pdf/rep/v28n3/a06v28n3.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2020.