

REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS APLICADOS À MENSURAÇÃO DE CLUSTERS INDUSTRIAIS

Caio Peixoto Chain¹

Antônio Carlos dos Santos¹

Luiz Gonzaga de Castro Junior¹

José Willer do Prado¹

Resumo: A partir dos anos 90 a literatura sobre metodologias para análise de interdependência setorial e concentração geográfica de firmas começou a se multiplicar. Neste sentido, buscou-se sistematizar a literatura sobre métodos e medidas aplicadas à análise de clusters industriais, assim como identificar as tendências deste campo de conhecimento. O método utilizado foi o bibliométrico que se fundamenta na análise de publicações científicas e em seus relacionamentos. Verificou-se um aumento exponencial no número de artigos do campo, baseados principalmente na teoria da Administração Estratégica e da Nova Geografia Econômica. Recentemente, a literatura passou a se concentrar na questão geográfica em relação às análises de ligações setoriais e a fronteira do conhecimento passou de métodos tradicionais de análise regional para áreas como estatística espacial, econofísica e inteligência artificial. Ainda existem questões relevantes sendo exploradas como o Problema da Área Unitária Modificável, no entanto, questões como a anisotropia espacial ainda não foram exploradas.

Palavras-Chave: Teoria das aglomerações; métodos insumo-produto; estatística espacial; bibliometria.

Abstract: From the 1990s, literature on methodologies for analyzing sector interdependence and geographical concentration of firms began to multiply. In this sense, this paper seeks to systematize the literature on methods and measures applied to the analysis of industrial clusters, as well as to identify the trends of this field of knowledge. The method used was bibliometrics, which is based on the analysis of the scientific publications and their relationships. There was an exponential increase in the number of articles in the field, based mainly on the theory of Strategic Management and New Economic Geography. Recently, literature has focused on the geographic concern in relation to sectoral linkages, and the frontier of knowledge has shifted from traditional methods of regional analysis to areas such as spatial statistics, econophysics, and artificial intelligence. There still relevant issues being explored such as the Modifiable Area Unit Problem, however, topics as spatial anisotropy have not yet been explored.

Keywords: Theory of agglomerations; Input-output methods; Spatial statistics; Bibliometry.

Código JEL: C80, L22, R10

¹ Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Departamento de Administração e Economia (DAE)

* Contato: caiochain@hotmail.com

Introdução

As economias de aglomeração provenientes da concentração espacial de firmas que atuam em uma mesma atividade ou em atividades relacionadas foram inicialmente observada por Marshall (1920). As principais fontes de economias de aglomeração analisadas na época foram: transbordamento de conhecimento entre firmas, especialização do mercado de trabalho e redução de custos com insumos. O conceito de distrito industrial se refere ao local em que ocorrem esses tipos de economias.

Ao se apresentar como uma eficiente estratégia de desenvolvimento econômico e regional, o campo de pesquisa sobre distritos industriais atraiu o interesse dos acadêmicos e formuladores de políticas, principalmente a partir dos anos 90, baseados principalmente nos trabalhos Porter (1990, 1998), Saxenian (1990, 1994), Krugman (1991a), entre outros. A partir desse período, o nome “cluster” se tornou o mais difundido para descrever este fenômeno originado da aglomeração de empresas, seja no sentido de especialização setorial ou concentração regional.

A Teoria de Clusters foi definida por Nathan e Overman (2013, p. 389) como resultado de pesquisas que “specifically seeks to explain the formation and evolution of geographically concentrated sets of linked firms in the same or closely related sectors”. Delgado, Porter e Stern (2016) atualizaram as abordagens operacionais para a pesquisa e políticas de clusters em duas categorias: “comparáveis” e “regiões específicas”. O primeiro conceito foi definido por ligações entre indústrias baseadas em análises multi-regionais, enquanto no segundo caso, a base está nas ligações observadas entre indústrias ou firmas em uma única região.

A ausência de uma definição única e a dificuldade de mensuração deste fenômeno tornou o conceito de clusters suscetível a críticas (Martin e Sunley, 2003; Malmberg e Maskell, 2002). Porém, segundo Lazzeretti et al. (2013), essa abrangência conceitual se originou da apropriação de diferentes campos como a economia, administração, sociologia, geografia, planejamento urbano e regional e gestão da inovação que ampliaram a base teórica e as aplicações em políticas públicas. Na visão de Ellison e Glaeser (1997, p. 890) “researchers who are primarily interested in international trade, growth, industrial organization, and business strategy have joined geographers and urban economists in investigating why agglomerations exist”.

O crescimento da produção científica em conjunto com a pluralidade entre as áreas de conhecimento geraram uma fragmentação na literatura de clusters de atividades econômicas, ainda que as perspectivas tendam a convergir para a relação entre a localização, ganhos de produtividade e desempenho das firmas (Hervas-Oliver et al., 2015). A bibliometria realizada por Cruz e Teixeira (2010) propôs a categorização dos principais subtemas pesquisados em: abordagem evolucionária; economias de aglomerações; teorias do conhecimento e aprendizado; sistemas de inovação; política industrial e desenvolvimento regional; internacionalização e redes globais; abordagem institucional; e métodos e mensuração.

Dentro deste contexto, o objetivo principal desta pesquisa foi sistematizar, por meio de uma análise bibliométrica, a evolução da literatura sobre métodos e medidas aplicadas na mensuração de clusters industriais. Segundo Cruz e Teixeira (2010, p. 1272) este campo engloba “all the statistical methods and technical tools that have been developed to provide more objective ways to identify, classify, and explain clustering processes”. De particular interesse foram as tendências de pesquisa, a identificação e análise dos artigos e autores mais citados, das relações entre autores/citações, principais periódicos, campos de publicação e palavras-chave que definem o campo de conhecimento.

O conhecimento bibliométrico acerca deste campo pode contribuir para a tomada de decisão em políticas industriais de clusters, facilitar a ligação entre os métodos e os conceitos,

assim como indicar o desenvolvimento de formas de mensuração mais refinadas. Como observado por Malmberg e Maskell (2002) e Alfaro e Chen (2014), mensurar aglomerações espaciais é o desafio central das pesquisas em áreas como a geografia econômica e ciências regionais. A análise quantitativa de aglomerações espaciais de empresas pode também fornecer subsídios para que as pesquisas qualitativas e de campo sejam geograficamente menos abrangentes e custosas (Hill e Brennan, 2000; Vom Hofe e Chen, 2006; Rivera et al., 2014).

Além desta seção introdutória, o artigo foi estruturado por: (1) Insights gerais acerca de revisões sistemáticas prévias sobre de clusters industriais; (2) critérios metodológicos usados na presente pesquisa bibliométrica; (3) resultados e discussões sobre os padrões deste campo de pesquisa e (4) principais conclusões.

Revisões de Literatura

Grande parte das revisões sistematizadas se concentrou em diferentes conceitos e teorias sobre clusters industriais (Hervas-Oliver et al., 2015; Lazzeretti et al., 2014; Martínez-Fernández et al., 2012; Cruz e Teixeira, 2010). No entanto, foram apresentadas nessa seção apenas as revisões de literatura que abordaram especificamente os métodos de identificação de clusters e aglomerações, ainda que sem o caráter sistêmico e os critérios científicos provenientes da bibliometria.

A revisão conduzida por Czamanski e Ablas (1979) examinou os métodos de análise predominantes até os anos 80 com base nas ferramentas matemáticas utilizadas e foco no espaço. Os autores efetuaram a seguinte classificação: Análise multivariada; triangulação e teoria dos grafos e análise de redes; estudos descritivos (que não recorreram a um método rigoroso); e estruturação de complexos em setores específicos. A maioria dos estudos revisados analisou os fluxos inter-industriais por meio de matrizes insumo-produto. A combinação de abordagens, como análise multivariada e teoria dos grafos, produziu resultados considerados mais completos.

A demanda por uma nova revisão de literatura sobre os métodos de identificação de clusters industriais foi identificada por Bergman e Feser (1999), pois “only since the early 1990s have industry cluster applications become numerous enough to begin to discern trends in methods and approaches”. Esses autores classificaram a análise “micro” que possui um perfil predominantemente qualitativo - baseado em entrevistas de campo, método Delphi e grupos focais - e a “meso”, geralmente quantitativa. O nível “meso” de análise de clusters, baseado em ramificações setoriais, foi o considerado o mais importante para as pesquisas sobre clusters realizadas a partir dos anos 90, segundo a revisão de Stejskal (2011).

Em relação aos métodos quantitativos, Bergman e Feser (1999) enfatizam a utilização do Quociente Locacional (QL) como medida de especialização setorial principalmente para abordagens “bottom-up”. Devido às críticas sobre a fragilidade do QL, os autores recomendaram que o mesmo fosse utilizado em conjunto com outras técnicas e dados como número de estabelecimentos, participação relativa do setor na economia, taxas de crescimento do nível de especialização, entre outras. Outro método aplicado a abordagem “bottom-up” foi a análise de redes baseada em dados insumo-produto ou em dados qualitativos para identificar conexões entre empresas e setores.

No entanto, a predominância da literatura identificada por Bergman e Feser (1999) ainda foi de investigações “top-down” que utilizaram análises multivariadas com base em matrizes I-O. A caracterização deste perfil das pesquisas científicas foi corroborada por Feser e Sweeney (2000):

While input-output based analysis of economic association has been explored extensively, methods for investigating the spatial manifestation of economically linked sectors has received less attention. This is in some sense unsurprising since the study of economic association benefits from a broader literature on input-output that is not directly concerned with location (Feser e Sweeney, 2000, p. 350).

Na década seguinte, um novo cenário foi encontrado na revisão de Nakamura e Paul (2009). Esses autores destacaram o crescimento dos estudos interessados em mensurar aglomerações e coaglomerações produtivas por meio de medidas de concentração espacial de atividades econômicas, impulsionados pelo primeiro índice metodologicamente robusto desenvolvido por Ellison e Glaeser (1997), posteriormente denominado índice EG.

As medidas de mensuração de aglomerações industriais no espaço revisadas por Nakamura e Paul (2009) foram: Localização industrial em termos de empregos; Especialização regional em termos de empregos; índices de localização em termos de tamanho da planta; índices de localização em termos de nível de produto; Índice de Ellison e Glaeser; Co-aglomeração industrial; escala espacial das aglomerações; e diversidade regional de aglomerações.

Os estudos interessados na análise da distribuição espacial de atividades econômicas podem então ser classificados em três gerações (De Dominicis et al., 2012; Combes e Overman, 2004). A primeira geração se baseou em índices do tipo Gini, Herfindhal, Theil, LQ, entre outros, que mensuram se a concentração de determinado setor está acima ou abaixo de todas as atividades econômicas. A geração seguinte foi baseada na abordagem “dartboard” que compara a concentração espacial em um setor com uma suposta concentração que existiria se todas as plantas deste setor fossem localizadas aleatoriamente, como o índice EG e derivados. A terceira geração foi composta por estudos baseados em distância entre pontos (firmas) em um espaço contínuo, como o índice DO (Duranton e Overman, 2005).

Embora tenha sido verificada uma proeminência recente dos métodos baseados em índices e estatística espacial, Vom Hofe e Chen (2006) destacaram que nos anos 2000 as análises de clusters baseadas em tabelas insumo-produto ainda eram populares. Deve-se considerar que a presença de aglomerações e coaglomerações implicam em ligações com outras indústrias, assim Nakamura e Paul (2009, p.323) concluíram que “to capture these patterns and their implications for outsourcing more directly it will be desirable to estimate linkage effects between manufacturing and service industries using regional input–output tables”.

Os métodos quantitativos para a identificação de clusters sistematizados Stejskal (2011) corroboraram a literatura supracitada e foram divididos em: quociente de especialização e localização; Análise I-O; análise shift-share; Coeficiente locacional de Gini; e os índices de Ellison-Glaeser e Maurel-Sédillot (MS); Índice relativo de diversidade; Índice de concentração geográfica e distribuição espacial.

Procedimento Metodológicos

A bibliometria aplicada a um campo de conhecimento é útil para a compreensão da sua dinâmica e visualização de tendências na produção científica de forma robusta. Esta abordagem se baseia em um conjunto de documentos e tem interesse em informações quantitativas e nas redes de relacionamentos entre eles (Liu et al., 2014; Do Prado et al., 2016). Os principais indicadores utilizados para mensurar os fluxos de informações são a frequência - número de ocorrências das citações ou publicações - e o índice de centralidade – uma propriedade gráfica-teórica que quantifica a importância (número de ligações) de um elemento em uma rede (Chen, 2006; Wei et al., 2015).

Este tipo de método organiza a literatura existente, demonstra a trajetória das publicações, os campos de pesquisa tradicionais e emergentes e o seu desenvolvimento no tempo. Segundo Do Prado et al. (2016) essa análise pode ser entendida como a primeira condição para a realização de novas pesquisas uma vez que possibilita a identificação de lacunas e oportunidades dentro do campo, tanto de novas construções teóricas como de pesquisas empíricas.

O conjunto final de documentos analisados pode ser denominado *research front* enquanto o conjunto de registros bibliográficos que o sustentam é chamado de *intellectual base*. A *Research front* indica as tendências emergentes e transitórias da temática e também novos tópicos enquanto a *intellectual base* de uma frente de pesquisa é representada por um vestígio das suas citações e cocitações na literatura científica (Chen, 2006). Segundo Wei et al. (2015), a análise de cocitações ainda é pouco explorada em outras áreas além da Ciência da Informação e permite o estudo da estrutura científica por meio de similaridades semânticas que extraem relacionamentos entre documentos.

O framework utilizado pela presente pesquisa foi adaptado do trabalho Do Prado et al. (2016) que estabeleceu as etapas de busca, seleção, organização e análise dos dados (Figura 1). Estes procedimentos tiveram por objetivo garantir o caráter científico e a transparência da pesquisa de forma a permitir que qualquer pesquisador possa reproduzi-la.

Figura 1 – Framework da análise bibliométrica.

Etapa	Procedimento	Descrição
1	Operacionalização da pesquisa	1.1 Escolha da(s) base(s) científica(s) ou periódicos
		1.2 Delimitação dos termos que representam o campo
		1.3 Delimitação de outros termos para apurar os resultados
2	Procedimentos de busca (filtros)	2.1 Tópico (título, resumo e palavras-chave)
		2.2 Uso de caracteres (“*”, “\$”, “_”) e conectores (“and”, “near”, “or”)
		2.3 Filtro 1: somente artigos
		2.4 Filtro 2: a partir de 1990
		2.5 Filtro 3: Todas as áreas
		2.6 Filtro 4: Todos os idiomas
3	Procedimentos de seleção (Banco de dados)	3.1 Download das referências - <i>software Mendeley</i>
		3.2 Download das referências em formato planilha eletrônica
		3.3 Download das referências para utilização no <i>CiteSpace</i>
		3.4 Organização das referências no <i>Mendeley</i>
		3.5 Organização de matriz de análise em planilha eletrônica
		3.6 Importação dos dados para <i>softwares</i> de análise
4	Adequação e organização dos dados	4.1 Eliminação dos artigos duplicados no banco de dados
		4.2 Eliminação por meio da análise da polissemia dos termos
		4.3 Eliminação de artigos por meio de leitura flutuante
		4.4 Busca dos artigos completos em .pdf
5	Análise da produção Científica	5.1 Análise do volume das publicações e tendência temporal
		5.2 Análise dos artigos mais citados
		5.3 Análise dos autores que mais publicaram
		5.4 Análise da rede de cocitação de autores
		5.5 Análise dos periódicos com maior frequência de publicação
		5.6 Análise das categorias (áreas) das publicações
		5.7 Análise das palavras-chave
		5.8 Descrição, estudo das relações e tendências

Fonte: Adaptado de Do Prado et al. (2016).

A principal coleção da *Web of Science* (WoS) da *Thomson Reuters* foi a base científica escolhida, assim como em Hervas-Oliver et al. (2015), Wei et al. (2015) e Lazzeretti et al. (2014). A WoS é uma das fontes bibliográficas mais extensas e confiáveis do mundo em que cada periódico passa por um rigoroso processo de avaliação antes da indexação. Os termos utilizados para busca apresentados na Figura 2 foram escolhidos com base nas recomendações dos trabalhos prévios apresentados na revisão de literatura.

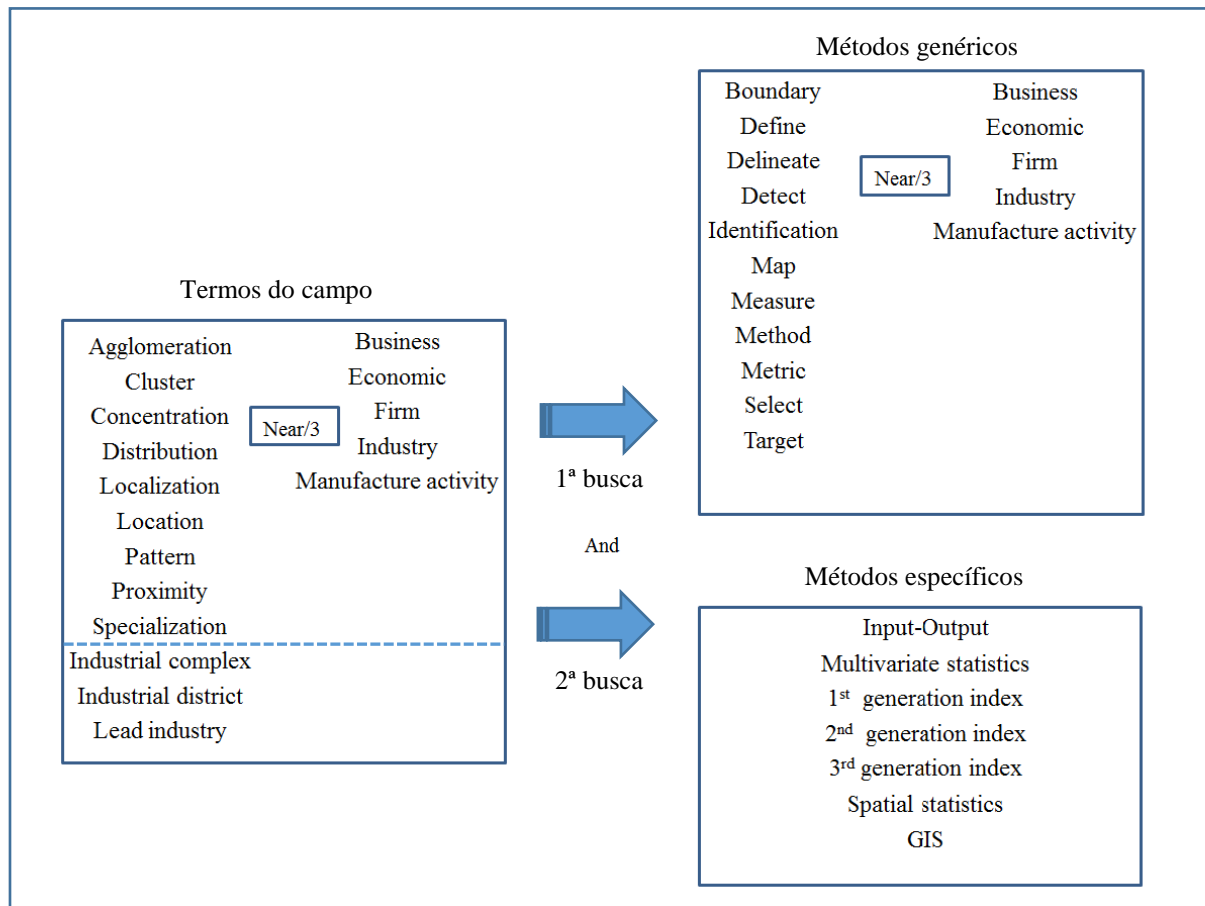


Figura 2 – Procedimento (resumido) de busca utilizado na base WoS.

Em todas as combinações possíveis as buscas se basearam em um conceito do campo de clusters industriais em conjunto com um método (genérico ou específico). Os termos conceituais como cluster, agglomeration, concentration e similares foram atrelados a outros de ordem econômica (industry, firm e similares) a uma distância de até três palavras para formar os termos do campo, assim como os métodos genéricos (map, identification, measure e similares). Esta estratégia precisou ser utilizada, pois a abrangência das palavras utilizadas como conceitos e métodos genéricos elevaram exponencialmente os resultados da busca tornando-a inviável. As exceções foram os termos “industrial complex”, “Industrial district”, “lead industry” e os métodos específicos que não demandaram o conector de proximidade.

Ao final do procedimento de busca e adequação foram selecionados 252 artigos que compuseram o *research front*. Essa amostra, publicada em um total de 106 periódicos internacionais, utilizou 30.953 referências bibliográficas válidas que formaram a *intelectual base*, além de 396 palavras-chave distintas utilizadas 1.520 vezes.

Para organização de referências foi utilizado o software *Mendeley* e para a elaboração das redes o software *CiteSpace* desenvolvido por (Chen 2006).

Resultados e Discussões

A tendência exponencial de crescimento no número de publicações sobre a mensuração de clusters industriais entre 1990 e 2016 cresceu a uma taxa de aproximadamente 14% ao ano (Figura 3). A partir de 2008 a série subiu de patamar com uma maior frequência de artigos publicados, possivelmente beneficiados pelo aumento recente na disponibilidade de dados e maior poder de processamento computacional. A maior quantidade de publicações se deu em 2014 (30 artigos), seguida dos anos de 2012 e 2016 (29 artigos) e em média foram 10 artigos por ano. Exceto em 1990 e 1995, todos os anos apresentaram pelo menos uma contribuição científica para a formação deste campo em estudo.

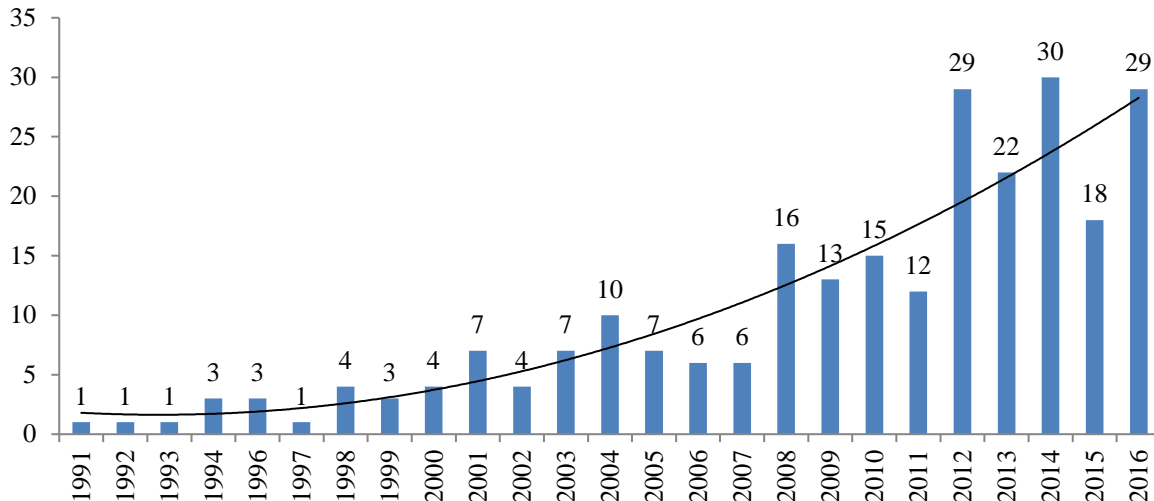


Figura 3 – Número de artigos publicados, 1990-2016.

A tendência do número de publicações sobre mensuração de clusters pode ser explicada pela crescente importância que a especialização regional e os clusters industriais alcançaram em termos acadêmicos e de políticas públicas, assim como explicado por Cruz e Teixeira (2010) ao fazerem referência à literatura do campo como um todo. Hervas-Oliver et al. (2015, p. 1845) constataram, também em uma análise bibliométrica, que o crescimento do campo foi “impressively prominent since the beginning of the 1990s. Only in 2011, more than 400 documents addressing industrial districts and clusters are observed”.

A Tabela 1 apresenta as pesquisas mais relevantes para o campo de conhecimento em estudo. A classificação foi baseada nos artigos mais citados pelos demais artigos indexados na base WoS, seja dentro e fora da amostra analisada. Além do número de citações, foi também indicada a média de citações por ano como informação complementar.

Em geral, os artigos foram publicados entre o final dos anos 90 e o início dos anos 2000 e representaram a proposição ou aprimoramento de alguma das categorias metodológicas definidas na revisão de literatura. As classificações seguidas para a análise de resultados foram as propostas por De Dominicis et al. (2013) e Combes e Overman (2004) para os índices de 1^a, 2^a, 3^a geração e por Czamanski e Ablas (1979) para o método tradicional baseado dados insumo-produto (I-O). Ao analisar as técnicas utilizadas pelos artigos mais citados foi confirmada também a tendência de comparação entre métodos e/ou utilização de técnicas complementares.

Tabela 1 – Artigos mais citados.

Artigo	Autor	Periódico	Citações	Citações (média)
Geographic concentration in US manufacturing industries: A dashboard approach	Ellison e Glaeser (1997)	Journal of Political Economy	624	31,2
The economic performance of regions	Porter (2003)	Regional Studies	372	26,6
The determinants of agglomeration	Rosenthal e Strange (2001)	Journal of Urban Economics	279	17,44
Testing for localization using micro-geographic data	Duranton e Overman (2005)	Review of Economic Studies	220	18,33
What Causes Industry Agglomeration? Evidence from Coagglomeration Patterns	Ellison, Glaeser e Kerr (2010)	American Economic Review	167	24
National industry cluster templates: A framework for applied regional cluster analysis	Feser e Bergman (2000)	Regional Studies	134	7,94
The geography of firm births in Germany	Audrescht (1994)	Regional Studies	125	5,43
A measure of the geographic concentration in French manufacturing industries	Maurel e Sedillot (1999)	Regional Science and Urban Economics	107	5,94
Localization of industry and vertical disintegration	Holmes (1999)	Review of Economics and Statistics	93	5,17
A methodology for identifying the drivers of industrial clusters: The foundation of regional competitive advantage	Hill e Brennan (2000)	Economic Development Quarterly	78	4,59
Evaluating the geographic concentration of industries using distance-based methods	Marcon e Puech (2003)	Journal of Economic Geography	73	5,21
Geographic concentration and establishment scale	Holmes e Stevens (2002)	Review of Economics and Statistics	72	4,8

Os artigos de Ellison e Glaeser (1997), aplicado à indústria americana, e a versão modificada de Maurel e Sedillot (1999), aplicada ao setor manufatureiro da França, foram citados 624 e 107, respectivamente, e representaram o início da segunda geração de índices para análise da distribuição espacial de atividades econômicas. A contribuição principal dos autores foi o desenvolvimento de um teste para verificar se os níveis de concentração geográfica observados são maiores do que era de se esperar ao acaso. Até então, os índices utilizados eram baseados na proporção de uma indústria em uma região em relação ao a economia total, assim outra contribuição foi controlar o efeito de poucas firmas que detém a maior participação em determinados setores.

Deve-se considerar que a primeira geração de índices, baseada Gini Locacional, foi proveniente do trabalho pioneiro de Krugman (1991a) e complementada por Audretsch e Feldman (1996). Porém, a primeira referência bibliográfica é um livro não indexado nas WoS e a segunda um artigo que não apresenta os campos “resumo” e “palavras-chave” em sua formatação, logo não foram captadas pelo sistema de busca apresentado nos procedimentos metodológicos. Por sua vez, Audretsch e Fritsch (1994), com 125 citações, analisaram a economia da Alemanha com interesse na relação entre a os retornos crescentes à escala e a tendência de aumento na concentração de atividades econômicas, medidas pela taxa de nascimento de firmas.

A proposição metodológica de Porter (2003), com 372 citações, examinou o padrão da especialização regional de empregos em diferentes setores industriais dos Estados Unidos. As indústrias consideradas geograficamente concentradas foram correlacionadas com objetivo de mensurar os padrões de co-localização e revelar potenciais externalidades de demanda, conhecimento, trabalho, entre outras. Essa metodologia é a base do US Mapping Cluster Project da Harvard Business School, ainda em andamento e atualizada pela equipe do professor Porter (Delgado et al. 2016, 2014).

Citados por 279 artigos, Rosenthal e Strange (2001) estimaram os determinantes das aglomerações da indústria manufatureira do EUA. A concentração espacial mensurada pelo índice EG foi utilizada como variável dependente em um modelo econométrico que teve como variáveis explicativas *proxies* para as economias de aglomeração (transbordamento de conhecimento, mercado de trabalho, compartilhamento de insumos) além das variáveis de controle como custos de transporte e vantagens naturais.

Para estudar a tendência de aglomeração de indústrias no Reino Unido, Duranton e Overman (2005) - 220 citações - desenvolveram um teste de localização baseado na distância entre firmas que pode ser considerada a principal contribuição, em conjunto com a análise sobre a indústria francesa de Marcon e Puech (2003) - 73 citações - para o início da terceira geração de índices. Por meio da estatística espacial de padrões pontuais, os autores utilizaram a função K e as funções L e D, respectivamente, para tratar o espaço de forma contínua, ou seja, são não viesadas em relação a escala espacial e de agregação (ex. bairros, municípios, microrregiões, estados, etc.). Essa foi uma solução para o Problema da Área Unitária Modificável (MAUP) que torna os resultados das análises de concentração regional dependentes da escala geográfica escolhida.

Em uma atualização de sua proposta metodológica, Ellison et al. (2010) enfatizaram o papel o papel da aglomeração de indústrias correlatas por meio do índice de coaglomeração propostos por Ellison e Glaeser (1997) para a indústria manufatureira dos EUA. Assim como em Rosenthal e Strange (2001), estes índices foram utilizados como variáveis dependentes em modelos econométricos em função das fontes marshallianas de economias de aglomeração (trabalho, insumos e tecnologia).

O modelo de Feser e Bergman (2000), citado 134 vezes, propôs a utilização informações sobre relações inter-insutriais para identificar potenciais clusters regionais, seguindo a abordagem tradicional dos anos 70 relatada por Czamanski e Ablas (1979). As medidas de ligações diretas e indiretas entre cada setor extraídas das contas desagregadas insumo-produto foram utilizadas como variáveis em uma Análise Fatorial de Componentes Principais. Os setores membros de cada cluster foram definidos de acordo com as maiores cargas em cada fator que indicaram a força da ligação entre as indústrias, em uma aplicação na economia da Carolina do Norte/EUA.

O artigo de Holmes (1999) - 93 citações - utilizou o índice EG para identificar as indústrias geograficamente concentradas nos EUA, o objetivo do autor foi confirmar que estabelecimentos localizados em regiões concentradas tendem a ser verticalmente desintegrados. Posteriormente, Holmes e Stevens (2002) - 72 citações - mostraram que plantas industriais são, em média, maiores em regiões em que o setor é concentrado, novamente com o auxílio do índice EG.

Hill e Brennan (78 citações) apresentaram um método baseado em uma combinação entre as análises estatísticas de cluster hierárquico e discriminante para identificação de aglomerações de indústrias na qual uma determinada região apresenta vantagem competitiva quando não se tem noção dos setores mais importantes. As variáveis referentes à região de Cleveland-Akron/EUA foram a competitividade regional, exportações, centralidade (ligações insumo-produto) e a especialização dos empregos (QL), todas derivadas de duas teorias de desenvolvimento econômico: vantagem competitiva e base de exportação.

Para complementar a visualização do “research front” os autores que mais contribuíram para o crescimento do campo foram identificados, seja como primeiro autor ou coautor. A Tabela 2 apresenta o autor, número de artigos publicados, título do artigo e do periódico mais recente. Apenas oito autores publicaram quatro ou mais obras no campo de pesquisa.

Tabela 2 – Autores com maior número de publicações.

Autor	Nº	Artigo mais recente	Periódico	Ano
Arbia G.	7	Spatio-temporal clustering in the pharmaceutical and medical device manufacturing industry: A geographical micro-level analysis	Regional Science and Urban Economics	2014
Feser E.	7	The Rural Role in National Value Chains	Regional Studies	2009
Espa G.	6	Spatio-temporal clustering in the pharmaceutical and medical device manufacturing industry: A geographical micro-level analysis	Regional Science and Urban Economics	2014
Figueiredo O.	5	Accounting for neighboring effects in measures of spatial concentration	Journal of Regional Science	2011
Giuliani D.	5	Weighting Ripley's K-Function to Account for the Firm Dimension in the Analysis of Spatial Concentration	International Regional Science Review	2014
Guimaraes P.	5	Accounting for neighboring effects in measures of spatial concentration	Journal of Regional Science	2011
Woodward D.	5	Accounting for neighboring effects in measures of spatial concentration	Journal of Regional Science	2011
Akgüngör S.	4	Public Policies and Development of the Tourism Industry in the Aegean Region	European Planning Studies	2009

Os professores Giuseppe Arbia e Edward Feser foram os autores com maior volume de publicações sobre métodos para identificação de clusters industriais. Em geral, a produção do professor Espa et al. (2013) foi em coautoria com Arbia e com Giuliani et al. (2014) que formaram na Itália um grupo de estudos com contribuições relevantes para o tema pela abordagem da estatística espacial de padrões pontuais (Arbia et al., 2014; Arbia et al., 2012; 2010; De Dominicis et al., 2013).

Feser e Isserman (2009) utilizaram a análise multivariada em conjunto com dados IO para mostrar que áreas rurais podem contribuir para a competitividade de sistemas nacionais de produção. Embora especialista nos métodos tradicionais para identificação de clusters (Feser e Bergman, 2000; Feser, 2003) este autor também trabalhou com os métodos estatísticos de dados de área e de pontos (Feser et al., 2005; Sweeney e Feser, 1998)

Os pesquisadores Figueiredo, Guimarães e Woodward, de Portugal e Estados Unidos, respectivamente, possuem cinco publicações e todas foram em conjunto entre os autores. No artigo mais recente, os autores propuseram um método para considerar a autocorrelação espacial em índices não espaciais para dados de área, como o EG, Gini, Herfindhal, entropia, etc (Guimarães et al. 2011). Em geral, este grupo de autores se debruçou em propor refinamentos metodológicos para os de primeira e segunda geração de índices (Guimarães et al., 2009; 2007) e na relação do tamanho dos estabelecimentos e desintegração vertical com a teoria de Marshall (Figueiredo et al., 2010; 2009).

Akgüngör aplicou o QL para localizar as regiões na Turquia em que o setor de turismo era mais especializado (Gulcan et al. 2009). Em suas publicações anteriores, o autor trabalhou também com o Gini Locacional e com métodos multivariados baseados em dados I-O (Akgüngör, 2006; Akgüngör et al., 2003; Akgüngör e Falcioğlu, 2008).

A rede de co-citação de autores elaborada a partir da *intelectual base* relacionou os autores mais citados (acima de 40 citações) pelos artigos da amostra (*research front*) independente da obra referenciada (Figura 4). O interesse desta análise foi revelar também as principais referências da base teórica que sustentaram o campo de conhecimento em estudo, visto que a base metodológica relevante foi identificada previamente no Tabela 1.

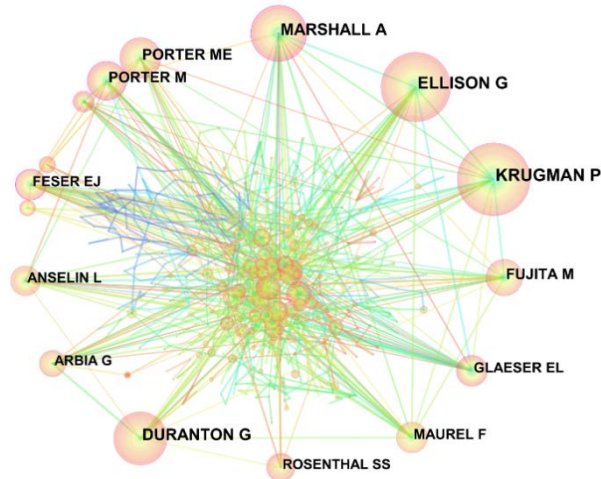


Figura 4 – Rede de cocitação de autores.

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do software Citespace.

O autor que mais influenciou o campo foi Michael Porter com uma frequência de 152 citações, principalmente pelas suas contribuições à teoria da Administração Estratégica pelas obras *The competitive advantage of nations*, de 1990, e *Clusters and the new economics of competitiveness* na *Harvard Business Review* de 1998. Esta pode ser considerada a definição mais utilizada de clusters, entendido como a concentração geográfica de empresas interligadas, fornecedores de bens e serviços, empresas em setores correlatos e organizações associadas (universidades, associações de comércio, agências de suporte) em campos particulares que competem, mas também cooperam (Porter, 1998).

Em segundo lugar, Paul Krugman (110 citações) expôs as aglomerações de atividades econômicas como aspecto central da geografia econômica em seu livro *Geography and Trade*, de 1991, identificada como principal contribuição para o tema em estudo. Além de propor a primeira geração de índices, o Gini Locacional, o livro de Krugman também é um dos principais pilares teóricos da Nova Geografia Econômica (Krugman 1991a; 1991b). Esta abordagem das aglomerações consolidou o papel da análise da dimensão espacial das atividades econômicas no desenvolvimento regional.

Alfred Marshall foi citado 84 vezes pelo livro *Principles of Economics*, de 1890, considerado o primeiro autor a observar as economias da aglomeração com mais ênfase no ponto de vista teórico do que metodológico. Segundo o autor a proximidade entre firmas do mesmo setor e agentes correlatos eleva a produtividade e a capacidade de inovação da indústria na região. Essa contribuição para o campo de conhecimento das aglomerações rendeu a Marshall o segundo maior índice de centralidade (0.20), mesma posição alcançada por Porter. O Autor com maior centralidade na rede foi Feser (0.25).

A contribuição de Masahisa Fujita (1999), com 55 citações, tem sua base em *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, de 1999, livro também de coautoria de Krugman e base da corrente teórica denominada Nova Geografia Econômica. Por sua vez, Luc Anselin (frequência 46) criou uma extensão do Índice de Moran para dados de área, denominada Índice de Moran Local no artigo *Local Indicators of Spatial Association – LISA*, na *Geographical Analysis* de 1995, que foi amplamente utilizado como método na segunda geração de índices, embora esse trabalho tenha sido aplicado à regiões de conflitos na África. Os demais autores mais relevantes da rede foram Ellison (105 citações), Feser (97), Duranton (82), Glaeser (59), Maurel (48), Rosenthal (44) e Arbia (41) e tiveram suas contribuições apresentadas nos Tabelas 1 e 2.

Na rede de co-citação de autores foi detectado um elemento atípico (“citation boom”) representado pelo círculo vermelho, próximo ao nome Arbia. O autor responsável por tal evento foi Briant et al. (2010) como consequência de ser citado 11 vezes em apenas 4 anos consecutivos. O problema central investigado foi o MAUP e seu efeito nos índices de Gini e EG na economia francesa utilizando diversas agregações geográficas e foi concluído que o MAUP causa menos distorções quanto menor a unidade geográfica e que a escolha de índices diferentes causa mais distorções nos resultados do que a as distintas agregações geográficas de um mesmo índice.

Essa propensão à preocupação com problemas e soluções para análises espaciais foi evidenciada por um total de 30 artigos do *research front* que fizeram referência ao MAUP (Bertinelli e Decrop, 2005; Menon, 2012; Nielsen e Hennerdal, 2014; Scholl e Brenner, 2016, entre outros). No entanto, outra característica de dados espaciais que pode distorcer os resultados denominada anisotropia (ou viés direcional) foi negligenciada, visto que 11 artigos fizeram menção a este problema e todos assumiram isotropia, ou seja, ausência de anisotropia (Sweeney e Ferser, 1998; Arbia et al., 2012; Bonneu e Thomas-Agnan, 2015).

A próxima fase dos resultados da bibliometria está relacionada com a quantidade e a qualidade dos periódicos que abarcaram as publicações sobre o tema (Tabela 3). Foram identificados 106 periódicos em que foram veiculados os 252 artigos que compuseram a amostra deste estudo. A concentração das publicações se deu em 14 revistas que publicaram 131 artigos, ou seja, 52% do total de *papers*. O fator de impacto médio foi de 1,41.

Tabela 3 – Periódicos com maior número de publicações.

Periódico	Frequência	Proporção	JCR
<i>Regional Studies</i>	32	12,7%	1,99
<i>Regional Science and Urban Economics</i>	13	5,2%	1,02
<i>Annals of Regional Science</i>	11	4,4%	0,57
<i>European Planning Studies</i>	11	4,4%	1,06
<i>Journal of Economic Geography</i>	9	3,6%	3,43
<i>Journal of Regional Science</i>	8	3,2%	1,63
<i>Papers in Regional Science</i>	8	3,2%	1,14
<i>Growth and Change</i>	7	2,8%	0,88
<i>Journal of Urban Economics</i>	7	2,8%	2,12
<i>Chinese Geographical Science</i>	6	2,4%	1,15
<i>Economic Development Quarterly</i>	6	2,4%	1,00
<i>Urban Studies</i>	5	2,0%	1,93
<i>Journal of Geographical Systems</i>	4	1,6%	1,18
<i>Journal of Economic and Social Geography</i>	4	1,6%	0,68
Parcial	131	52%	-
Outros periódicos	121	48%	-
Total	252	100%	1,41

Quatro periódicos se destacaram por suas contribuições para o campo por meio de uma frequência de publicações superior a 10 artigos: *Regional Studies* (32 artigos), *Regional Science and Urban Economics* (13 artigos), *Annals of Regional Science* (11 artigos) e a *European Planning Studies* (11 artigos). O *Regional Studies* também se destacou por publicar três entre os artigos mais relevantes da área, assim como o *Regional Science and Urban Economics*, *Journal of Economic Geography*, *Journal of Urban Economics* e o *Economic Development Quarterly* que publicaram um artigo entre os mais citados (Tabela 1).

O *Journal of Economic Geography* foi o periódico que apresentou maior fator de impacto JCR, na ordem de 3,43, e publicou 3,6% dos artigos da amostra em estudo, seguido do *Journal of Urban Economics* com fator de impacto 2,12 e 2,8% das publicações. A revista

Regional Studies que mais contribuiu para o desenvolvimento do campo (12,7%) obteve um fator de impacto de 1,98, seguida da *Regional Science and Urban Economics* (5,2%) com fator de impacto de 1,02.

Em relação aos métodos presentes nos artigos publicados pelos periódicos foi identificado que o *Regional Studies*, *Annals of Regional Science*, *Journal of Economic Geography*, *Journal of Regional Science* e *Papers in Regional Science* foram os mais abrangentes e publicaram estudos com todos os tipos de técnicas. Por sua vez, o *Journal of Economic and Social Geography*, *Journal of Urban Economics* e *Regional Science and Urban Economics* publicaram somente trabalhos com base nas três gerações de índice. O *Economic Development Quarterly*, *Urban Studies* e *European Planning Studies* se concentraram em métodos tradicionais e nos índices de primeira geração, enquanto o *Journal of Geographical Systems* publicou métodos tradicionais e índices de terceira geração. Por fim, os journals *Growth and Change* e *Chinese Geographical Science* publicaram todos os métodos, exceto os baseados na abordagem “dartboard”.

É relevante mencionar que o *Journal of Geographical Systems* publicou 2 artigos pioneiros sobre a temática, porém na data de publicação ainda não se encontravam indexados na WoS. No primeiro artigo, Feser e Sweeney (2000) desenvolveram uma metodologia que integrou a análise insumo-produto com estatística espacial de padrões pontuais e pode ser considerada uma notável ligação entre os índices de terceira geração e a metodologia tradicional. O segundo, escrito por Arbia (2001), foi considerado pioneiro em trazer a estatística espacial de dados de área para a análise de concentração regional. O autor demonstrou a importância em se considerar a dependência espacial de atividades econômicas, por meio do índice de Moran e da estatística de Getis-Ord. Este artigos foram localizados com auxílio da Rede de citação de autores (Figura 4).

A interdisciplinaridade inerente ao campo de clusters industriais foi identificada na introdução e abrangeu áreas como a Economia, Administração, Geografia, entre outras (Lazzeretti et al., 2014; Ellison e Glaeser 1997). A linha do tempo das áreas de conhecimento (categorias definidas pela WoS) em que foram publicados dois ou mais dentre os 252 artigos indicou o triênio em que cada área iniciou a discussão sobre métodos e mensuração de clusters insutriais (Figura 5). Os círculos de cores frias (tendendo ao azul) indicaram publicações mais próximas de 1990 e as cores quentes (tendendo ao vermelho) apontaram os artigos publicados mais próximos a 2016, enquanto o tamanho da fonte das letras é proporcional ao volume de publicações.



Figura 5 – Linha do tempo de áreas (categorias WoS) das publicações.

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do software Citespace.

As áreas de Business & Economics (150 artigos da amostra publicados até 2016), Economics (137), Environmental Sciences & Ecology (108) Geography (99 artigos) e Environmental Studies (98 artigos) foram as primeiras a aparecerem na linha do tempo, pois o periódico *Regional Studies* está indexado nelas e foi o primeiro a contribuir para o tema, em 1991. As áreas Public Administration (41) e Planning & Development (40) entraram na linha do tempo em 1992 com uma publicação da revista *Growth and Change* e a área Urban Studies (48) entrou em 1994 com um artigo publicado em um *journal* homônimo. Deve-se ressaltar que um periódico geralmente está indexado em mais de uma categoria.

Os artigos que introduziram as categorias supracitadas na linha do tempo são baseados nos métodos de identificação tradicionais. O artigo de Ó'Huallacháin (1991) identificou a associação espacial de empregos setoriais da economia norte americana por meio da análise fatorial, enquanto Anderson e Johnston (1992) utilizou a abordagem de ligações para frente e para trás para identificar indústrias alvo para iniciativas de desenvolvimento econômico. Braunerhjelm e Carlsson (1999) também propuseram um método baseado em tabelas insumo-produto e no QL de empregos para identificar clusters de atividades econômicas. A exceção foi Fingleton (1994) trabalhou com o método *shift-share* para identificar a concentração da indústria de alta tecnologia em nível municipal.

Para acompanhar a tendência da produção acadêmica sobre os métodos e aplicações emergentes foram analisados os artigos publicados no último triênio (a partir de 2014) nas áreas que foram inseridas na linha do tempo recentemente. Foi verificado um movimento do campo das ciências sociais aplicadas em direção as ciências exatas e da terra indicou que o campo de conhecimento buscou se apropriar dos avanços de Sistemas de Informações Geográficas e do poder de processamento computacional para conjuntos de dados em massa.

Guo et al. (2015) e Oliva et al. (2016) utilizaram as contribuições da Física nos periódicos *Physica A* e *The European Physical Journal*, respectivamente, ao avaliar as relações insumo-produto entre agrupamentos de setores industriais por meio de proposições de gráficos direcionais, redes de fluxo aberto e medidas clusters hierárquicos. A área de Ciência e Tecnologia identificou o trabalho de Xing et al. (2016), na revista *PloS One*, que avaliaram os setores industriais que apresentam maior impacto no desenvolvimento regional pela ótica da econofísica e da teoria dos buracos estruturais revisitados, também baseados em dados insumo-produto.

As áreas de matemática, estatística e probabilidade emergiram com os trabalhos de Bersimis et al. (2014) e Bocci e Rocco (2016) que publicaram nos periódicos *Applied Stochastic Models in Business and Industry* e *Journal of Applied Statistics*, respectivamente, análises de estatística espacial por padrões de pontos de dados de área, aliados a Sistemas de Informações Geográficas, para detectar clusters de atividades econômicas e a tendência de novas firmas se aglomerarem. Seguindo essa linha de raciocínio. Publicado no *International Journal of Remote Sensing*, o artigo de Rybnikova e Portnov (2014) mapeou a concentração de atividades econômicas utilizando técnicas avançadas de Sensoriamento Remoto como a intensidade das luzes elétricas durante a noite extraídas de imagens de satélite.

No *Pattern Recognition Letters*, Carlei e Nuccio (2014) ampliaram o campo da Computação ao utilizar a inteligência artificial (redes neurais e mapas auto organizáveis) para propor um índice para mapear aglomerações aplicado aos distritos indústrias italiano de vestuário. Rivera et al. (2014) buscaram identificar clusters no setor de logística no EUA por meio do QL modificado em conjunto com a participação de estabelecimentos logísticos em um município proporcionalmente ao total no país e com isso o periódico *Transportation Research Part A* colocou a área de Transportes na linha do tempo.

Com base na linha do tempo das categorias foi possível verificar que a classificação dos artigos em métodos tradicionais (I-O e estatística multivariada) e índices (1ª, 2ª e 3ª geração) adotadas no início de trabalho não foi suficiente para acompanhar a evolução deste campo de conhecimento. Uma nova proposição pode ser subdividida em:

- (1) métodos baseados em matrizes I-O e redução de dados (estatística multivariada, análise de redes ou inteligência artificial);
- (2) Índices de 1ª geração (Gini, LQ, HH e suas evoluções);
- (3) índices de 2ª geração (abordagem “dartboard” e suas evoluções);
- (4) métodos espaciais (estatística espacial de dados de área ou pontos e Sistemas de Informações Geográficas).

A Figura 6 apresentou a rede das 396 palavras-chave utilizadas nos artigos da amostra (*co-occurring author keywords and WoS KeyWords Plus*) com ênfase nas que foram utilizadas em mais de 15 artigos. A ocorrência destes termos está correlacionada com a delimitação da frente de pesquisa apresentada na metodologia, assim a rede foi útil para quantificar as terminologias mais frequentes e suas relações com as demais palavras-chave.

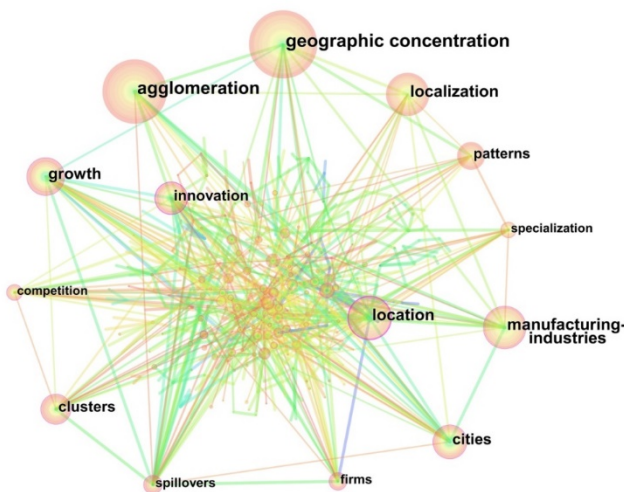


Figura 6 – Rede de co-ocorrência de palavras-chave.

Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do software Citespace.

Um conjunto de palavras-chave relevante para o entendimento da temática indicado na rede foi formado por “geographic concentration” (71 ocorrências), “agglomeration” (67), “localization” (45)/ “location” (44), “patterns” (29), “clusters” (31) e “specialization” (17) que indicou uma tendência de estudos interessados em mensurar a distribuição espacial de atividades econômicas. A conotação das palavras-chave foi brevemente explanada de acordo com o artigo mais citado a utilizá-la. Porter (2003) utilizou o termo “geographic concentration” em conjunto com “of linked industries” pra definir o termo “clusters”. “agglomeration” foi utilizado como sinônimo de “concentração” e antônimo de “dispersão”, assim como “localization” (Marcon e Peuch, 2003; Ellison et al., 2010, respectivamente). “Location” em conjunto com “choice” foi o nome utilizado para o índice de Ellison e Glaeser (1997) e em conjunto com “pattern” para o índice D (Mori, 2005). Por fim, “specialization” foi considerado um efeito local decorrente das economias de aglomeração (Viladecans-Marsal, 2004).

A palavra-chave “location” apresentou o maior número de ligações com outras palavras-chave (índice de centralidade 0,41), possivelmente devido à abrangência alcançada

pelo modelo de escolha locacional de Ellison e Glaeser (1997). Enquanto o termo “innovation”, com a segunda maior centralidade (0,32), indicou que os artigos analisados tendem a associar as palavras-chave (concentração, aglomeração, clusters, entre outras) com o processo inovativo, assim como outros termos de elevada centralidade como growth (0,20), cities (0,17) e spillovers (0,15).

A análise das palavras-chave referentes aos métodos indicou uma tendência para a utilização de métodos de estatística espacial (frequência de 73), sobre métodos insumo-produto (37). Dentre as palavras-chave originadas da estatística espacial a ênfase foi na análise de padrões pontuais, sendo “distance-based methods” a mais utilizada (8). Deve-se considerar que a frequência de menções a estas palavras-chave foram agrupadas devido à existência de múltiplos sinônimos (ex.: “point process”, “point patterns”, “k-function”).

Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi explorar a dinâmica da literatura sobre métodos e medidas aplicadas na mensuração de clusters industriais, por meio de uma análise bibliométrica.

Foi identificada uma tendência de crescimento nas pesquisas quantitativas publicadas sobre o campo de conhecimento de clusters industriais a partir dos anos 90. Entre os anos 70 e 90 predominou a mensuração de clusters/complexos industriais com base em ligações setoriais insumo-produto, como a metodologia proposta Feser e Bergman. A partir de 1997, a literatura passou a se concentrar em medidas locacionais para identificar aglomerações regionais com o índice de Ellison e Glaeser. Em 2005, uma nova onda de estudos emergiu com base no índice de Duranton e Overman que testou as aglomerações com base na distância entre firmas em um espaço contínuo.

Diversos autores e periódicos contribuíram para o crescimento do *research front* analisado. Destacaram-se as contribuições de Edward Feser, com métodos insumo-produto, estatística espacial com dados de área e pontos, e Giuseppe Arbia, com as publicações concentradas em mensurar aglomerações de firmas por meio de processos pontuais. Em relação aos periódicos, a maior quantidade de publicações foi do *Regional Studies* e o maior fator de impacto do *Journal of Economic Geography*. A *intellectual base* da amostra de artigos indicou Alfred Marshall, Michael Porter e Paul Krugman como principais teóricos fundamentaram as pesquisas quantitativas sobre clusters e aglomerações de atividades econômicas.

A análise da linha do tempo das categorias em que foram publicados os trabalhos do *research front* indicou uma tendência de inclusão de novas áreas de conhecimento alinhadas às ciências exatas e da terra na busca de apropriação das contribuições de novos métodos de análise. Assim, foi proposta uma nova classificação dos métodos, não excludentes, de mensuração de clusters setoriais composta por (1) métodos baseados em matrizes I-O e redução de dados; (2) Índices de 1ª geração; (3) índices de 2ª geração; e (4) métodos espaciais.

Por fim, a rede de palavras-chave indicou uma maior ocorrência dos termos “geographic concentration” e “agglomeration”, em relação aos demais sinônimos “localization”, “location”, “patterns”, “clusters” e “specialization”. A elevada centralidade da palavra “innovation” indicou que os estudos do *research front* tendem a estar ligados a esse tema. Em relação aos termos chave que referenciam os métodos, também foi verificado o crescimento das análises de estatística espacial para mensurar o fenômeno da concentração de firmas.

Aparentemente, o crescimento dos métodos que pressupõem um espaço contínuo e a concentração é medida com base na distância entre pontos predominou no campo de aglomerações industriais após as contribuições de Duranton e Overman (2005) apresentadas como solução para o problema da área modificável. Essa nova geração de estudos problematizou o MAUP e colocou em evidência suas distorções nos resultados, no entanto, esta revisão bibliométrica indicou que outro viés permanece inexplorado na literatura sobre aglomerações de firmas, denominado anisotropia (ou viés direcional).

Referências

- Akgüngör, S. (2006). Geographic concentrations in Turkey's manufacturing industry: Identifying regional highpoint clusters. *European Planning Studies*, 14(2), 169-197.
- Akgüngör, S., Kumral, N., & Lenger, A. (2003). National industry clusters and regional specializations in Turkey. *European Planning Studies*, 11(6), 647-669.
- Alfaro, L., & Chen, M. X. (2014). The global agglomeration of multinational firms. *Journal of International Economics*, 94(2), 263-276.
- Anderson, D., & Johnston, S. A. (1992). A linkage approach to industrial location. *Growth and Change*, 23(3), 321-334.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.
- Arbia, G. (2001). The role of spatial effects in the empirical analysis of regional concentration. *Journal of Geographical Systems*, 3(3), 271-281.
- Arbia, G., Espa, G., Giuliani, D., & Dickson, M. M. (2014). Spatio-temporal clustering in the pharmaceutical and medical device manufacturing industry: A geographical micro-level analysis. *Regional Science and Urban Economics*, 49, 298-304.
- Arbia, G., Espa, G., Giuliani, D., & Mazzitelli, A. (2010). Detecting the existence of space-time clustering of firms. *Regional Science and Urban Economics*, 40(5), 311-323.
- Arbia, G., Espa, G., Giuliani, D., & Mazzitelli, A. (2012). Clusters of firms in an inhomogeneous space: The high-tech industries in Milan. *Economic Modelling*, 29(1), 3-11.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, 86(3), 630-640.
- Audretsch, D. B., & Fritsch, M. (1994). The geography of firm births in Germany. *Regional Studies*, 28(4), 359-365.
- Bergman, E. M., & Feser, E. J. (1999). Industrial and regional clusters: concepts and comparative applications. Morgantown: WVU Regional Research Institute
- Bersimis, S., Chalkias, C., & Anthopoulou, T. (2014). Detecting and interpreting clusters of economic activity in rural areas using scan statistic and LISA under a unified framework. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 30(5), 573-587.
- Bertinelli, L., & Decrop, J. (2005). Geographical agglomeration: Ellison and Glaeser's index applied to the case of Belgian manufacturing industry. *Regional Studies*, 39(5), 567-583.
- Bocci, C., & Rocco, E. (2016). Modelling the location decisions of manufacturing firms with a spatial point process approach. *Journal of Applied Statistics*, 43(7), 1226-1239.
- Bonneu, F., & Thomas-Agnan, C. (2015). Measuring and testing spatial mass concentration with micro-geographic data. *Spatial Economic Analysis*, 10(3), 289-316.
- Braunerhjelm, P., & Carlsson, B. (1999). Industry Clusters in Ohio and Sweden, 1975--1995. *Small Business Economics*, 12(4), 279-293.
- Briant, A., Combes, P. P., & Lafourcade, M. (2010). Dots to boxes: Do the size and shape of spatial units jeopardize economic geography estimations? *Journal of Urban Economics*, 67(3), 287-302.

- Carlei, V., & Nuccio, M. (2014). Mapping industrial patterns in spatial agglomeration: A SOM approach to Italian industrial districts. *Pattern Recognition Letters*, 40, 1-10.
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3), 359–377.
- Combes P. & Overman H. G. (2004) The spatial distribution of economic activities in the European Union, in Henderson J. V. & Thisse J.-F. (Eds) *Handbook of Regional and Urban Economics*, pp. 2845–2909. Elsevier, Amsterdam.
- Cruz, S. C., & Teixeira, A. A. (2010). The evolution of the cluster literature: shedding light on the regional studies–regional science debate. *Regional Studies*, 44(9), 1263-1288.
- Czamanski, S., & Ablas, L. A. D. Q. (1979). Identification of industrial clusters and complexes: a comparison of methods and findings. *Urban Studies*, 16(1), 61-80.
- De Dominicis, L., Arbia, G., & De Groot, H. L. (2013). Concentration of manufacturing and service sector activities in Italy: accounting for spatial dependence and firm size distribution. *Regional Studies*, 47(3), 405-418.
- Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S. (2014). Clusters, convergence, and economic performance. *Research Policy*, 43(10), 1785-1799.
- Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S. (2016). Defining clusters of related industries. *Journal of Economic Geography*, 16(1), 1-38.
- Do Prado, J. W., de Castro Alcântara, V., de Melo Carvalho, F., Vieira, K. C., Machado, L. K. C., & Tonelli, D. F. (2016). Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968–2014). *Scientometrics*, 106(3), 1007-1029.
- Duranton, G., & Overman, H. G. (2005). Testing for localization using micro-geographic data. *The Review of Economic Studies*, 72(4), 1077-1106.
- Ellison, G., & Glaeser, E. L. (1997). Geographic Concentration in US Manufacturing Industries: A Dartboard Approach. *Journal of Political Economy*, 105(5), 889-927.
- Ellison, G., Glaeser, E. L., & Kerr, W. R. (2010). What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns. *The American Economic Review*, 100, 1195-1213.
- Espa, G., Arbia, G., & Giuliani, D. (2013). Conditional versus unconditional industrial agglomeration: disentangling spatial dependence and spatial heterogeneity in the analysis of ICT firms' distribution in Milan. *Journal of Geographical Systems*, 15(1), 31-50.
- Falcioğlu, P., & Akgüngör, S. (2008). Regional Specialization and Industrial Concentration Patterns in the Turkish Manufacturing Industry: An Assessment for the 1980–2000 Period 1. *European Planning Studies*, 16(2), 303-323.
- Feser, E. J. (2003). What regions do rather than make: A proposed set of knowledge-based occupation clusters. *Urban Studies*, 40(10), 1937-1958.
- Feser, E. J., & Bergman, E. M. (2000). National industry cluster templates: a framework for applied regional cluster analysis. *Regional Studies*, 34(1), 1-19.
- Feser, E. J., & Sweeney, S. H. (2000). A test for the coincident economic and spatial clustering of business enterprises. *Journal of Geographical Systems*, 2(4), 349-373.
- Feser, E., & Isserman, A. (2009). The rural role in national value chains. *Regional Studies*, 43(1), 89-109.
- Feser, E., Sweeney, S., & Renski, H. (2005). A descriptive analysis of discrete US industrial complexes. *Journal of Regional Science*, 45(2), 395-419.
- Figueiredo, O., Guimaraes, P., & Woodward, D. (2009). Localization economies and establishment size: was Marshall right after all? *Journal of Economic Geography*, 9, 853-868.

- Figueiredo, O., Guimarães, P., & Woodward, D. (2010). Vertical disintegration in Marshallian industrial districts. *Regional Science and Urban Economics*, 40(1), 73-78.
- Fingleton, B. (1994). The location of high-technology manufacturing in Great Britain: changes in the late 1980s. *Urban Studies*, 31(1), 47-57.
- Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (2001). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. MIT press.
- Giuliani, D., Arbia, G., & Espa, G. (2014). Weighting Ripley's K-function to account for the firm dimension in the analysis of spatial concentration. *International Regional Science Review*, 37(3), 251-272.
- Guimarães, P., Figueiredo, O., & Woodward, D. (2007). Measuring the localization of economic activity: a parametric approach. *Journal of Regional Science*, 47(4), 753-774.
- Guimarães, P., Figueiredo, O., & Woodward, D. (2009). Dartboard tests for the location quotient. *Regional Science and Urban Economics*, 39(3), 360-364.
- Guimarães, P., Figueiredo, O., & Woodward, D. (2011). Accounting for neighboring effects in measures of spatial concentration. *Journal of Regional Science*, 51(4), 678-693.
- Gülcan, Y., Kuştepe, Y., & Akgüngör, S. (2009). Public policies and development of the tourism industry in the Aegean region. *European Planning Studies*, 17(10), 1509-1523.
- Guo, L., Lou, X., Shi, P., Wang, J., Huang, X., & Zhang, J. (2015). Flow distances on open flow networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 437, 235-248.
- Hervas-Oliver, J. L., González, G., MERI, P. C., & Sempere-Ripoll, F. (2015). Clusters and Industrial Districts: Where is the Literature Going? Identifying Emerging Sub-Fields of Research. *European Planning Studies*, 23(9), 1827-1872.
- Hill, E. W., & Brennan, J. F. (2000). A methodology for identifying the drivers of industrial clusters: the foundation of regional competitive advantage. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 65-96.
- Holmes, T. J. (1999). Localization of industry and vertical disintegration. *Review of Economics and Statistics*, 81(2), 314-325.
- Holmes, T. J., & Stevens, J. J. (2002). Geographic concentration and establishment scale. *Review of Economics and Statistics*, 84(4), 682-690.
- Krugman, P. (1991b) Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, 99(3), pp. 483-499.
- Krugman, P. 1991a *Geography and Trade*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Lazzeretti, L., Sedita, S. R., & Caloffi, A. (2014). Founders and disseminators of cluster research. *Journal of Economic Geography*, 14(1), 21-43.
- Liu, W., Gu, M., Hu, G., Li, C., Liao, H., Tang, L., & Shapira, P. (2014). Profile of developments in biomass-based bioenergy research: A 20-year perspective. *Scientometrics*, 99(2), 507-521.
- Malmberg, A., Maskell, P. (2002) The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. *Environment and Planning A*, 34: 429-449.
- Marcon, E., & Puech, F. (2003). Evaluating the geographic concentration of industries using distance-based methods. *Journal of Economic Geography*, 3(4), 409-428.
- Marshall, A. (1920) *Principles of Economics*. revised edn. London: Macmillan; reprinted by Prometheus Books, 1st edn., 1890.
- Martin, R., & Sunley, P. (2003). Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea?. *Journal of Economic Geography*, 3(1), 5-35.
- Martínez-Fernández, M. T., Capó-Vicedo, J., & Vallet-Bellmunt, T. (2012). The present state of research into industrial clusters and districts. Content analysis of material published in 1997-2006. *European Planning Studies*, 20(2), 281-304.

- Maurel, F., & Sédillot, B. (1999). A measure of the geographic concentration in French manufacturing industries. *Regional Science and Urban Economics*, 29(5), 575-604.
- Menon, C. (2012). The bright side of MAUP: Defining new measures of industrial agglomeration. *Papers in Regional Science*, 91(1), 3-28.
- Mori, T., Nishikimi, K., & Smith, T. E. (2005). A divergence statistic for industrial localization. *Review of Economics and Statistics*, 87(4), 635-651.
- Nakamura, R., & Paul, C. J. M. (2009) Measuring agglomeration, in Capello R. and Nijkamp P (Eds) *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, pp. 305-328, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Nathan, M., & Overman, H. (2013). Agglomeration, clusters, and industrial policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 29(2), 383-404.
- Nielsen, M. M., & Hennerdal, P. (2014). MAUPing workplace clusters. *Growth and Change*, 45(2), 211-221.
- Ó Huallacháin, B. (1991). Sectoral clustering and growth in American metropolitan areas. *Regional Studies*, 25(5), 411-426.
- Oliva, G., Setola, R., & Panzieri, S. (2016). Critical clusters in interdependent economic sectors. *The European Physical Journal - Special Topics*, 225(10), 1929-1944.
- Porter, M. (2003). The economic performance of regions. *Regional Studies*, 37(6-7), 549-578.
- Porter, M. E. (1990) *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.
- Porter, M. E. (1998) Clusters and the new economics of competition, *Harvard Business Review*, 76(6), pp. 77-90.
- Rivera, L., Sheffi, Y., & Welsch, R. (2014). Logistics agglomeration in the US. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 222-238.
- Rosenthal, S. S., & Strange, W. C. (2001). The determinants of agglomeration. *Journal of Urban Economics*, 50(2), 191-229.
- Rybnikova, N. A., & Portnov, B. A. (2014). Mapping geographical concentrations of economic activities in Europe using light at night (LAN) satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 35(22), 7706-7725.
- Saxenian, A. (1990) Regional networks and the resurgence of Silicon Valley. *California Management Review*, 33(1), pp. 89-113.
- Saxenian, A. (1994) *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128* (Cambridge, MA: Harvard University Press).
- Scholl, T., & Brenner, T. (2016). Detecting spatial clustering using a firm-level cluster index. *Regional Studies*, 50(6), 1054-1068.
- Stejskal, J. (2011). Analysis of the applicability of selected methods for industrial clusters identifying. *International Journal of Systems Applications, Engineering and Development*, 3(5), 255-262.
- Sweeney, S. H., & Feser, E. J. (1998). Plant size and clustering of manufacturing activity. *Geographical Analysis*, 30(1), 45-64.
- Viladecans-Marsal, E. (2004). Agglomeration economies and industrial location: city-level evidence. *Journal of Economic Geography*, 4(5), 565-582.
- Vom Hofe, R., & Chen, K. (2006). Whither or not industrial cluster: conclusions or confusions. *The Industrial Geographer*, 4(1), 2-28.
- Wei, F., Grubestic, T. H., & Bishop, B. W. (2015). Exploring the GIS knowledge domain using CiteSpace. *The Professional Geographer*, 67(3), 374-384.
- Xing, L., Ye, Q., & Guan, J. (2016). Spreading Effect in Industrial Complex Network Based on Revised Structural Holes Theory. *PloS One*, 11(5), 1-18.