

Redes de coautoria e colaboração institucional nas ciências da saúde: análise evolutiva a partir de *star scientists* nacionais

Célia Ferreira¹
António Costa²

RESUMO

A análise das redes de colaboração científica constitui, na atualidade, um conhecimento de particular importância no meio académico e no âmbito da delimitação de políticas e estratégias públicas em matéria de Ciência e de I&D. Recorrendo à abordagem egocêntrica em Análise de Redes Sociais, pretende-se contribuir para o estudo das redes de coautoria e colaboração institucional nas ciências da saúde, através dos estudos de caso de *star scientists* nacionais – Alexandre Quintanilha e Manuel Sobrinho-Simões. O resultado são diferentes configurações destas redes para dois cientistas com percursos profissionais distintos; a investigação de um e de outro, refletida nas publicações científicas, é feita predominantemente em rede com outros investigadores e envolvendo diferentes instituições.

Palavras-Chave

Redes de coautoria; Redes de colaboração institucional; Ciências da Saúde; *Star scientists*.

ABSTRACT

The analysis of scientific collaboration networks provides, at present, important knowledge both within the academic context and the framework of development of public policies and strategies in Science and for R&D. The present paper gives a contribution to the understanding of co-authorship and institutional networking in Health Sciences by applying the egocentric approach used in social network analysis to the study of two star scientists - Alexandre Quintanilha and Manuel Sobrinho-Simões. The results are different networks for two scientists with distinct professional backgrounds; the investigation of one and the other, reflected in scientific publications, is made predominantly in network with other researchers and involving different institutions.

Keywords

Coauthorship network; Institutional collaboration network; Health sciences; Star scientists

1. Introdução

¹ Mestre em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, CEGOT, celiamarisaferreira@gmail.com

² Mestre em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, afonso.costa@gmail.com

As redes de conexão social entre investigadores e entre instituições são reconhecidas na literatura científica como fatores chave dos processos de produção e difusão do conhecimento científico, por constituírem canais de transferência de informação e recursos, e porque estes processos se encontram fortemente enraizados numa rede complexa de estruturas e práticas sociais estabelecidas nas diversas escalas de análise – local, regional e global (Newman 2001, Owen-Smith and Powell 2004). As publicações científicas, apesar de não serem a única, são uma importante forma de colaboração entre autores e, através destes, entre instituições, sendo por isso utilizadas em diversos trabalhos académicos para identificar as redes de coautoria e de colaboração institucional. Adotando a perspetiva egocêntrica das redes, derivada da ideia de centralidade dos indivíduos e, concretamente, do conceito sociológico de *star* - o indivíduo que centraliza as atenções do grupo e que exerce influência sobre o mesmo (Scott 2000) - estudos recentes procuram analisar as redes específicas de investigadores ou instituições selecionados com base na sua elevada produtividade científica, que pode ser medida pelo número de publicações. A seleção específica destes investigadores prende-se com evidências empíricas de que os cientistas de topo – designados por *star scientists* por Lynne Zucker e Michael Darby – desempenham um importante papel nos processos de produção e difusão de conhecimento e no estabelecimento das infraestruturas do conhecimento (Zucker and Darby 2006, Maier, Kurka et al. 2007), processos estes que influem na competitividade diferenciada dos territórios. No trabalho aqui apresentado analisou-se a evolução das redes de investigação implícitas em 131 publicações científicas de Alexandre Quintanilha e 322 publicações científicas de Manuel Sobrinho-Simões, dois investigadores portugueses na área das ciências da saúde, reputados a nível nacional e internacional. A representação cartográfica das relações entre as afiliações institucionais dos autores, com recurso a ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permite visualizar e compreender os padrões espaciais de colaboração dos dois cientistas. A representação em diagramas de rede das ligações entre autores e entre instituições permite, recorrendo às técnicas e medidas utilizadas em Análise de Redes Sociais, caracterizar e analisar a evolução da estrutura das suas redes. Os resultados apresentados demonstram que, apesar das diferentes configurações das redes de coautoria e colaboração institucional dos dois *star scientists* em estudo, derivadas de percursos profissionais distintos, a investigação científica quer de um quer de outro, é feita sobretudo em rede com outros investigadores e envolvendo diferentes instituições. As redes de cada um dos investigadores contribuem para a rede global do setor das ciências da saúde e, nessa medida, este trabalho constitui um contributo para a análise dessa rede global, constituindo também um contributo para o reforço do estudo dos *star scientists*, concretamente no que diz respeito às suas redes de colaboração em publicações científicas. É crível que procedimentos metodológicos que se mostraram adequados à aplicação em dois estudos de caso possam ser utilizados no estudo de uma amostra mais alargada de investigadores e de instituições, quer na área das ciências da saúde quer noutras áreas do conhecimento científico. Por outro lado, a metodologia aqui aplicada permite identificar os agentes estruturadores das redes e as suas principais ligações, o que, aplicado a uma maior abrangência de investigadores e instituições, pode contribuir para a definição das estratégias institucionais de cooperação, num equilíbrio entre a oportunidade surgida a partir das colaborações individuais dos investigadores e os interesses das próprias instituições. Em termos de estrutura, este trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: no ponto 2 será feito o enquadramento teórico e

conceptual das redes de coautoria e colaboração institucional; no ponto 3 serão explicitados os procedimentos metodológicos utilizados para análise dos estudos de caso; a apresentação dos resultados far-se-á no ponto 4 e, por fim, o ponto 5 destina-se à discussão e sistematização de conclusões.

2. As redes de coautoria e colaboração institucional: enquadramento teórico e conceptual

Os estudos em torno das relações entre publicações científicas e entre investigadores tornaram-se mais numerosos desde que, em meados da década de 60 do século XX, Derek J. de Solla Price sugeriu estudar a ciência através dos métodos científicos utilizados na própria ciência (Boyack, Klavans et al. 2005). Desde então, as redes estabelecidas a partir das referências e citações bibliográficas têm sido amplamente investigadas pela comunidade científica (Newman 2001). D. Crane foi uma das primeiras autoras a estudar as redes entre cientistas. Em inícios da década de 70 procurou obter informação sobre os padrões de comunicação e de publicação conjunta entre sociólogos rurais através da realização de questionários. Gattrell, na década de 80 do século XX, recorreu à abordagem sociométrica para caracterizar a estrutura da rede de grupos de investigação. O desenvolvimento dos estudos empíricos sobre as redes dos investigadores deve-se em parte ao interesse académico em analisar os padrões da interação na sua própria comunidade, mas também, em larga medida, ao facto de se considerar que as redes, quer formais quer informais, entre indivíduos e entre instituições, estabelecidas a diversas escalas de análise – local, regional, global –, têm importantes implicações nos processos de produção e transferência de conhecimento, na medida em que constituem canais de transferência e partilha de informação e recursos no interior de uma dada estrutura social (Newman 2001, Owen-Smith and Powell 2004). Particular importância é atribuída às colaborações internacionais entre investigadores de comunidades epistémicas similares – redes globais –, consideradas, por alguns autores, indispensáveis para a criação de conhecimento (Asheim, Coenen et al. 2007). Segundo a literatura teórica, a partir da década de 70 do século XX verificou-se o crescimento do número de artigos publicados em jornais de referência, o aumento do número de cientistas com artigos submetidos e a maior diversificação das localizações de origem desses cientistas. Registou-se igualmente um incremento substancial na colaboração entre investigadores para a produção de artigos científicos, crescendo ainda o número de artigos envolvendo cooperação entre investigadores de diferentes regiões, bem como de nacionalidades distintas. Andersson and Persson afirmaram que houve uma reconstrução espacial do mundo científico, no sentido da colaboração local para a colaboração global (Andersson and Persson 1993). A colaboração entre investigadores e, através deles, entre instituições na produção de publicações científicas constitui uma forma de transmissão do conhecimento codificado e tácito. Esta produção, através da qual é gerado ou desenvolvido novo conhecimento, é entendida como uma atividade criativa. O envolvimento de sinergias entre autores é, por isso, considerado uma componente importante da criatividade científica (Barabási, Jeong et al. 2002). Os cientistas colaboram entre si por razões diversas. Suportadas por relações de confiança, as interações entre os investigadores permitem, por um lado, uma maior propensão para a criatividade potenciada pela comunicação com outras pessoas da mesma ou de diferentes áreas disciplinares, daí decorrendo a troca de ideias, a partilha de modelos de análise, de dados

ou de material científico diverso (Zucker and Darby 1996). Por outro lado, a colaboração pode significar a busca por reputação ou reconhecimento profissional e o acesso a recursos, assim como a divisão dos custos associados à investigação (Wagner and Leydesdorff 2005). Apesar de não ser a única forma de colaboração, a produção de publicações científicas constitui uma importante forma de colaboração entre autores e, através deles, entre instituições, e, por isso, estes documentos são amplamente utilizados para identificar as ligações entre investigadores e entre as suas afiliações. Conscientes de que uma grande – não determinada – proporção do conhecimento produzido e utilizado pelos investigadores não se encontra registada em publicações científicas, a contabilização de publicações tem sido, não obstante, utilizada como forma de medir a quantidade de conhecimento produzido numa determinada área científica, num determinado local e num determinado período temporal (Zucker, Darby et al. 2007). Durante a década de 90 do século XX e muito particularmente a partir de inícios do século XXI, desenvolveram-se estudos incidindo sobre as relações de colaboração de autores específicos e de instituições específicas, selecionados designadamente com base na sua elevada produtividade científica (Newman 2004). As redes de coautoria são estabelecidas a partir das publicações conjuntas entre autores e as redes de colaboração institucional são identificadas a partir da afiliação institucional dos autores das publicações (Valderrama-Zurián, González-Alcaide et al. 2007).

2.1. A abordagem egocêntrica em redes sociais e o conceito de *star scientist*

A literatura científica distingue duas principais abordagens em Análise de Redes Sociais: a abordagem sociocêntrica e a abordagem egocêntrica. Na abordagem sociocêntrica, o foco é a rede como um todo, analisando-se os padrões de conexão entre os agentes que a compõem, podendo ser ou não analisados subgrupos no interior da mesma. Na abordagem egocêntrica, a análise centra-se nas redes de agentes considerados de referência numa dada estrutura social. Esta abordagem parte do conceito sociológico de *star*, da posição de centralidade de certos indivíduos ou instituições que assumem um papel relevante pela influência que exercem sobre os outros agentes da rede (Scott 2000). Lynne Zucker e Michael Darby, no decurso dos anos 90 do século XX, investigaram o papel dos *star bioscientists* e seus colaboradores na cooperação entre universidades e empresas e nos processos de difusão e comercialização de inovações na área da biotecnologia. Partindo da hipótese de que estes cientistas de topo diferem dos demais pelo seu génio, pela sua criatividade, pela capacidade de inovar e por apresentarem elevados níveis de produtividade científica – que pode ser medida pelo número de artigos publicados, pelo número de citações desses artigos e pelo número de patentes registadas –, os autores estabeleceram a relação entre a localização espacial e temporal dos *star bioscientists* – com base nos endereços das afiliações institucionais constantes dos artigos e da data de publicação dos mesmos – e o local e momento de surgimento de novas empresas na área da biotecnologia (Zucker and Darby 1996, Zucker and Darby 1997, Zucker and Darby 1997, Zucker and Darby 2006). Num trabalho mais recente, publicado em 2006, alargaram o conceito de *star scientists* a todas as áreas da ciência e tecnologia. A sua análise, reportada ao período 1981-2004, baseava-se na identificação dos autores dos artigos mais citados, a nível mundial, nas áreas científicas e tecnológicas cobertas pela

*ISIHighlyCited.com*³ (Zucker and Darby 2006). Neste estudo, apresentam evidências que comprovam a hipótese por si formulada de que o número de *star scientists* ativos num dado local exerce um efeito positivo na probabilidade de surgimento de empresas nas áreas do conhecimento que analisaram. Maier, Kurka et al. (2007), adotando o conceito e a metodologia de identificação de *star scientists* de Zucker e Darby, num estudo onde procuraram compreender os movimentos espaciais destes cientistas de topo, afirmam que estes têm um papel fundamental no estabelecimento das infraestruturas do conhecimento. No mesmo trabalho, apontam algumas limitações à utilização da plataforma *ISIHighlyCited.com*: por um lado, os cientistas mais velhos têm maior probabilidade de serem considerados “*star scientists*” por terem um tempo mais longo de acumulação de artigos científicos; por outro lado, existem cientistas prémios Nobel que não constam da base bibliográfica por não terem ainda acumulado artigos e citações suficientes.

2.2. Conceitos e formas de representação das redes

Os conceitos utilizados no âmbito da análise das redes de coautoria e de colaboração entre instituições são adaptados do quadro conceptual da Análise de Redes Sociais, o qual é fundamentalmente baseado na *Teoria de Grafos*. Aplicando-se estes conceitos, os pontos ou nós da rede representam cada um dos autores ou instituições com, pelo menos, uma entrada na base bibliográfica analisada, conectados entre si sempre que existe coautoria ou colaboração em, pelo menos, uma publicação científica conjunta (Newman 2001). A intensidade da colaboração é expressa pela frequência de ocorrência de publicações científicas conjuntas (Barabási, Jeong et al. 2002, Tomassini and Luthi 2007, Valderrama-Zurián, González-Alcaide et al. 2007, Baur, Brandes et al. 2009). Por colaboração institucional entende-se a autoria conjunta de, pelo menos, uma publicação científica por parte de diferentes instituições. Denomina-se de colaboração intrainstitucional quando as afiliações institucionais dos autores se referem à mesma instituição e de colaboração institucional internacional quando as instituições envolvidas estão localizadas em diferentes países (Valderrama-Zurián, González-Alcaide et al. 2007). Tradicionalmente, os estudos sobre estas redes apresentam a sua representação visual sob a forma de grafos, que podem ser construídos com base em diferentes técnicas e algoritmos matemáticos. No geral, nestes diagramas, os agentes (indivíduos ou instituições) são representados por pontos e as relações entre cada par de agentes são representadas por linhas. O tamanho dos pontos e a espessura das linhas, bem como as cores associadas a uns e a outras representam propriedades da rede (Scott 2000). Mais recentemente, têm sido realizados trabalhos onde são representadas cartograficamente as relações entre as afiliações institucionais constantes de publicações científicas. O mapa das redes permite visualizar padrões espaciais de colaboração e acompanhar a sua dinâmica, constituindo-se como ferramenta de apoio à tomada de decisão ao nível das instituições, bem como ao nível da delineação de políticas de ciência e tecnologia. O desenvolvimento, nos últimos anos, de tecnologias como o *GoogleEarth* e o *GoogleMaps*

³ A *ISIHighlyCited.com* era uma plataforma digital criada pelo Institute of Scientific Information (ISI) – da Thomson Reuters - onde era apresentado o ranking dos 1% de autores mais citados, calculados a partir de informação constante da ISI – Web of Science. A partir de 31 de Dezembro de 2011, a *ISIHighlyCited.com* deixou de ser alimentada, sucedendo-lhe uma nova plataforma - Essential Science Indicators.

serviu como ferramenta para a representação destas redes a diversas escalas de análise (Leydesdorff and Persson 2010).

3. Abordagem metodológica das redes de coautoria e colaboração institucional

O quadro de análise adotado segue análises empíricas anteriores sobre o tema. Pretende-se obter a perspectiva dinâmica da rede de autores e de instituições de dois importantes e reputados investigadores na área das ciências da saúde em Portugal: Alexandre Quintanilha e Manuel Sobrinho-Simões. As redes de coautoria são identificadas a partir das suas publicações científicas; as redes de colaboração institucional são estabelecidas a partir das afiliações institucionais dos autores das publicações. Seguindo a opção metodológica utilizada por Wagner and Leydesdorff (2005), foram tidas em consideração as publicações científicas no seu sentido lato (*artigos, proceedings papers*, notas, cartas editoriais, entre outras) uma vez que se procura analisar as conexões sociais e não os resultados da investigação científica. Foram identificadas as redes de investigação implícitas em 131 publicações de Alexandre Quintanilha e 322 de Manuel Sobrinho-Simões, recolhidas entre inícios de março e a 1ª quinzena de maio de 2012 a partir dos portais *ISI – Web of Knowledge*, *SciVerse Scopus* e *SciVerse ScienceDirect*. A opção pela utilização combinada dos 3 portais bibliográficos deveu-se à conclusão, após confrontação da informação constante dos mesmos, que a consideração de todos eles permite colmatar lacunas, na medida em que existem publicações que não se encontram nos três em simultâneo. Estas bases bibliográficas de caráter global são selecionadas enquanto fontes de informação, em vários estudos, pela sua abrangência e cobertura da produção científica ao nível dos diferentes países e áreas científicas e ao nível dos Jornais ou Revistas científicas de referência (Zucker, Darby et al. 2007, Leydesdorff and Persson 2010, Bornmann, Leydesdorff et al. 2011). Toda a informação relativa ao nome da publicação, data, autores, afiliações institucionais dos autores, endereço e tipologia das instituições foi recolhida e estruturada numa base de dados relacional. A representação cartográfica das conexões entre instituições foi feita através da georreferenciação das instituições e da construção de uma *matriz origem – destino*, onde a *Teoria de Grafos* está também subjacente. A informação relacional foi organizada em 2 *matrizes de adjacência* – a de autores e a de instituições – simétricas (o mesmo número de agentes dispostos nas linhas e nas colunas), onde o valor das células quantifica a frequência das ligações entre cada par de autores e de instituições. No cálculo das medidas de Análise de Redes Sociais são considerados os próprios *star scientists* em estudo, apesar de se ter optado por visualmente não aparecerem representados nos grafos. O tratamento dos dados foi feito no *NodeXL (versão 1.0.1.225)*. A produção dos grafos foi feita com base no algoritmo *Harel-Koren* e a organização dos nós em grupos (diferenciados pela cor) com base no algoritmo *Clusset-Newman-Moore*.

3.1. Medidas de Análise de Redes Sociais

Nos Quadros 1 e 2 são apresentados os índices de colaboração e as principais medidas de Análise de Redes Sociais utilizadas em estudos anteriores, sistematizadas segundo a classificação proposta por Baur, Brandes et al. (2009). As medidas aplicadas ao nível dos elementos avaliam as propriedades dos nós e arcos, a medida aplicada ao nível dos grupos permite caracterizar a coesão da rede, enquanto as medidas aplicadas ao nível da rede são utilizadas para analisar a sua estrutura global.

Quadro 1. Índices de colaboração.

Índice	Descrição
Índice de colaboração dos autores ou instituições	Número médio de assinaturas ou referências institucionais por publicação científica considerada.
Índice de autores ou instituições por publicação	Relação entre o número de autores ou instituições diferentes e o total de publicações científicas consideradas.

Fonte: Valderrama-Zurián, González-Alcaide et al. (2007)

Quadro 2. Medidas de Análise de Redes Sociais.

Análise ao nível dos elementos

Medida	Descrição
Grau	Número de nós (autores ou instituições) aos quais cada nó (autor ou instituição) da rede se encontra diretamente ligado. Reflete a maior ou menor extensão da colaboração mantida por cada um dos autores e instituições.
Grau médio	Número médio de nós (autores ou instituições) aos quais cada nó (autor ou instituição) da rede se encontra ligado.
Intermediariedade	Permite medir o grau de extensão na qual um nó se encontra situado entre os outros nós da rede, ou por outras palavras, mede a importância da posição de intermediários dos agentes da rede. É utilizada para aferir o prestígio dos autores ou instituições e a sua capacidade para aceder e controlar o fluxo de informação pela posição intermediária que ocupam.
Proximidade	Mede a proximidade de cada nó a todos os outros nós aos quais se encontra conectado (direta e indiretamente) com base na soma das distâncias dos caminhos mais curtos. Quanto menor o valor desta soma, maior a proximidade de um nó a todos os outros.

Análise ao nível dos grupos

Medida	Descrição
Coefficiente de aglomeração	Permite avaliar a probabilidade dos vizinhos (autores ou instituições) de um dado nó (autor ou instituição) terem a autoria conjunta de uma publicação.

Análise ao nível da rede

Medida	Descrição
Número médio de Graus de Separação	Consiste na distância média de separação – medida em número de nós – entre cada par de investigadores ou instituições.
Densidade	Expressa a razão entre as relações existentes e as relações possíveis. Quanto mais nós estiverem conetados de forma direta a outros nós, maior é a densidade.

Fonte: Baur, Brandes et al. (2009)

3.2. Limitações da metodologia utilizada

À semelhança de estudos anteriores, foram encontradas algumas limitações. Ao nível da recolha de informação a partir das publicações científicas, destaca-se desde logo que nem sempre as publicações apresentam todas as informações necessárias, o que obrigou a pesquisas adicionais. Os nomes dos autores não estão uniformizados no mesmo portal bibliográfico e entre portais bibliográficos, tal como descrito por Barabási, Jeong et al. (2002) e Newman (2001), o que pode originar erros na identificação dos autores. Do mesmo modo que descrito em Leydesdorff and Persson (2010), verificou-se que as referências às afiliações institucionais, bem como os endereços das mesmas, quando presentes, não se encontram uniformizados entre portais bibliográficos e, até mesmo, no mesmo portal: existem referências que se encontram bastante desagregadas e há outros casos em que só consta uma pequena designação, muitas vezes em formato de abreviatura. O facto de se ter feito manualmente a identificação dos autores e a identificação e georreferenciação das instituições permitiu de certo modo minimizar erros de identificação e de localização, comparativamente com a automatização deste processo (Leydesdorff and Persson 2010). O cruzamento de publicações do mesmo ano com os mesmos autores levam-nos a concluir que nem sempre as afiliações institucionais estão completas numa dada publicação, o que desde logo constitui um fator de erro na análise das redes de colaboração institucional a partir das publicações científicas.

4. As redes de publicação científica de *star scientists* nacionais: apresentação de resultados

Aqui será analisada a evolução da configuração espacial das redes de colaboração institucional e da estrutura das redes de coautores e de afiliações institucionais. Os períodos temporais balizados foram determinados com base numa análise preliminar ano a ano dos padrões de publicação dos dois investigadores. As publicações em que Alexandre Quintanilha e Manuel Sobrinho-Simões são os únicos autores foram excluídas da análise. Chama-se a atenção para o facto da rede de autores se iniciar, em termos temporais, antes da rede de colaboração institucional, uma vez que nos primeiros anos de publicação ambos os cientistas produziam publicações em coautoria com investigadores da mesma instituição.

4.1. As redes de coautoria e colaboração institucional de Alexandre Quintanilha

Das 131 publicações analisadas de A. Quintanilha, correspondentes ao período 1970-2011, 96,2% foram produzidas em coautoria. A média de assinaturas por publicação, para

todo o período em análise, situa-se nas 6,5; o índice de autores distintos por publicação é de 1,2. Relativamente às instituições, regista-se cerca de 4,1 referências por publicação, sendo que considerando apenas as instituições diferentes o índice é de 0,4 instituições por publicação. O ritmo de publicação é variável ao longo do tempo, no entanto, verifica-se que sensivelmente nos últimos 10 anos em análise houve um aumento significativo do número de publicações: 52,7% do total foram publicadas entre 2002 e 2011. Relativamente à colaboração institucional, 79,4% das 126 publicações realizadas em coautoria envolvem instituições diferentes. A rede de coautoria, até 1991, está segmentada em diversos grupos (Figura 1). Nesta época, A. Quintanilha encontrava-se nos Estados Unidos da América (EUA), sendo os seus coautores de nacionalidade norte-americana. A sua vinda, em 1991, para o Porto inicia uma nova fase da rede, marcada por ligações com autores portugueses. A partir de 1997 a rede alarga-se, aumentando o número de nós e a frequência de ligações entre eles. Sobressai um núcleo central de autores que juntamente com A. Quintanilha estruturam a sua rede. O ano de 2011 distingue-se pela diferenciação das relações entre 2 grupos de autores: um composto por autores a trabalhar em Portugal e outro por autores afiliados em instituições internacionais. Os diferentes períodos refletem-se na rede global de coautoria marcada pela existência de diversos grupos de autores, mas onde se destaca um núcleo central – composto sobretudo por Rocha-Pereira, P., Santos-Silva, A., Cleto, E. e Ferreira, F. – pela frequência de ligações com A. Quintanilha. A rede de colaboração institucional (Figuras 2 e 3) é reflexo da rede de coautoria. O alargamento da rede a partir de 1997 inicia a colaboração entre instituições nacionais, europeias e do continente americano. A rede estrutura-se a partir de 3 nós principais – o Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS), o Instituto de Biologia Molecular e Celular (IBMC) e a Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto – que constituem as afiliações institucionais de A. Quintanilha. O ano de 2011 distingue-se do período anterior pela diversidade de ligações de colaboração entre instituições situadas na Europa. A rede estrutura-se em 2 grandes grupos: um que se encontra estabelecido na sua totalidade em território nacional e o outro que é quase na sua totalidade constituído por instituições internacionais, sendo que podemos visualizar através do grafo que, neste ano, o IBMC constituiu o nó estruturador da rede ou, por outras palavras, constituiu a instituição que fez a “ponte” entre os 2 grupos identificados. Ao nível da rede global de colaboração institucional sobressai um grupo central predominantemente constituído por instituições nacionais, ao qual se segue um grupo composto sobretudo por instituições europeias (representado a verde) e, por fim, um terceiro grupo que corresponde às instituições do continente americano. A rede é predominantemente europeia. A grande maioria das instituições referenciadas nas publicações são Instituições de Ensino Superior, seguindo-se os Hospitais de natureza pública ou privada (Quadro 3).

Quadro 3. Tipologia das instituições da rede de Alexandre Quintanilha.

Tipo de instituição	Período temporal									
	1979 - 1991		1993 - 1996		1997 - 2010		2011		1979 - 2011	
	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total
Empresa/Laboratório privado	0	0,0	0	0,0	1	2,8	0	0,0	1	1,8
Ensino superior	8	80,0	5	83,3	25	69,4	17	73,9	41	74,5
Hospital universitário	0	0,0	0	0,0	2	5,6	2	8,7	2	3,6
Hospital (público ou privado)	1	10,0	1	16,7	7	19,4	3	13,0	8	14,5
Instituto de investigação governamental (nacional ou europeu)	1	10,0	0	0,0	1	2,8	1	4,3	3	5,5
Total	10	100,0	6	100,0	36	100,0	23	100,0	55	100,0

No Quadro 4 encontram-se sistematizados os valores resultantes dos cálculos das medidas utilizadas em Análise de Redes Sociais efetuados para os diferentes períodos temporais e para o período global para a rede de coautoria e de colaboração institucional. O Grau médio quer dos autores quer das instituições aumentou regra geral ao longo do tempo, destacando-se sobretudo o acréscimo verificado a partir de 1997. Este aumento deve-se ao alargamento da rede pela entrada de novos autores e instituições ou pela criação de novas ligações (publicação conjunta) entre autores e instituições já constantes na rede (Barabási, Jeong et al. 2002). O período de 1997 a 2010 foi o que registou um menor valor de *Proximidade média* quer no caso da rede de coautoria quer de colaboração institucional, o que significa que foi o período onde houve maior proximidade entre um dado autor e todos os outros autores e entre uma dada instituição e todas as outras instituições da rede. O *Coefficiente médio de aglomeração* é mais elevado em 2011 comparativamente com os períodos anteriores, isto é, nesse ano há uma maior interconexão, medida através das publicações conjuntas, entre os diferentes autores e as diferentes instituições envolvidas. O *Nº médio de graus de separação*, ou seja, o número de nós que separa cada par de autores e de instituições é de, em média, cerca de 2 para o período global. Quanto à *Densidade*, não é possível tirar conclusões, na medida em que o seu valor varia consoante o tamanho da rede, sendo que o número de autores e de instituições difere de período para período em análise.

Quadro 4. Medidas de análise das redes de publicação de Alexandre Quintanilha.

Medidas	Rede de Autores					Rede de Instituições				
	<i>Período temporal</i>					<i>Período temporal</i>				
	1970 - 1991	1993 - 1996	1997 - 2010	2011	1970 - 2011	1979 - 1991	1993 - 1996	1997 - 2010	2011	1979 - 2011
Nº de nós	46	10	97	30	158	10	6	36	23	55
Grau médio	5,609	4,200	13,381	13,400	11,544	2,000	3,667	9,353	10,522	9,236
Intermediariedade média	19,696	2,400	41,309	7,800	72,728	3,500	0,667	11,824	5,739	28,709
Proximidade média	0,012	0,074	0,006	0,023	0,003	0,065	0,163	0,018	0,030	0,009
Coefficiente médio de aglomeração	0,907	0,893	0,886	0,946	0,907	0,203	0,839	0,847	0,940	0,760
Nº médio de graus de separação	1,835	1,380	1,841	1,487	1,914	1,600	1,056	1,666	1,456	2,104
Densidade	0,125	0,467	0,139	0,462	0,074	0,222	0,733	0,283	0,478	0,166

Figura 1. Rede de coautoria de Alexandre Quintanilha.

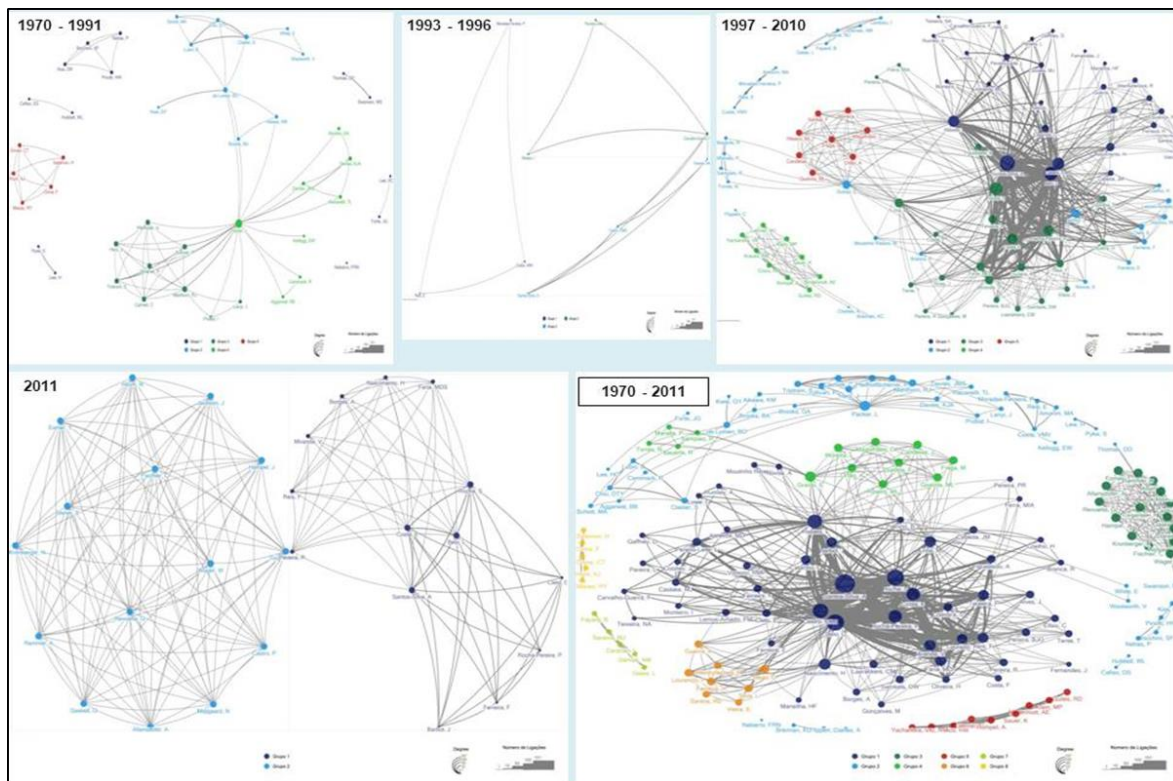


Figura 2. Rede de colaboração institucional de Alexandre Quintanilha.

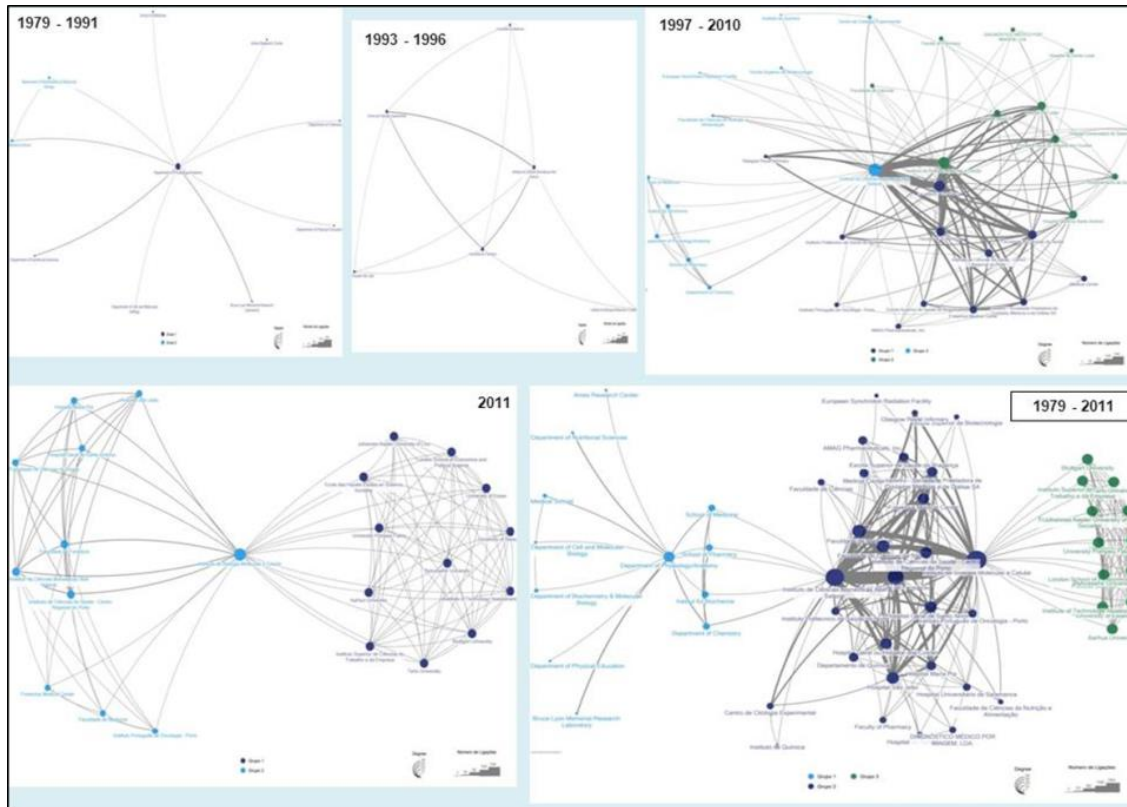
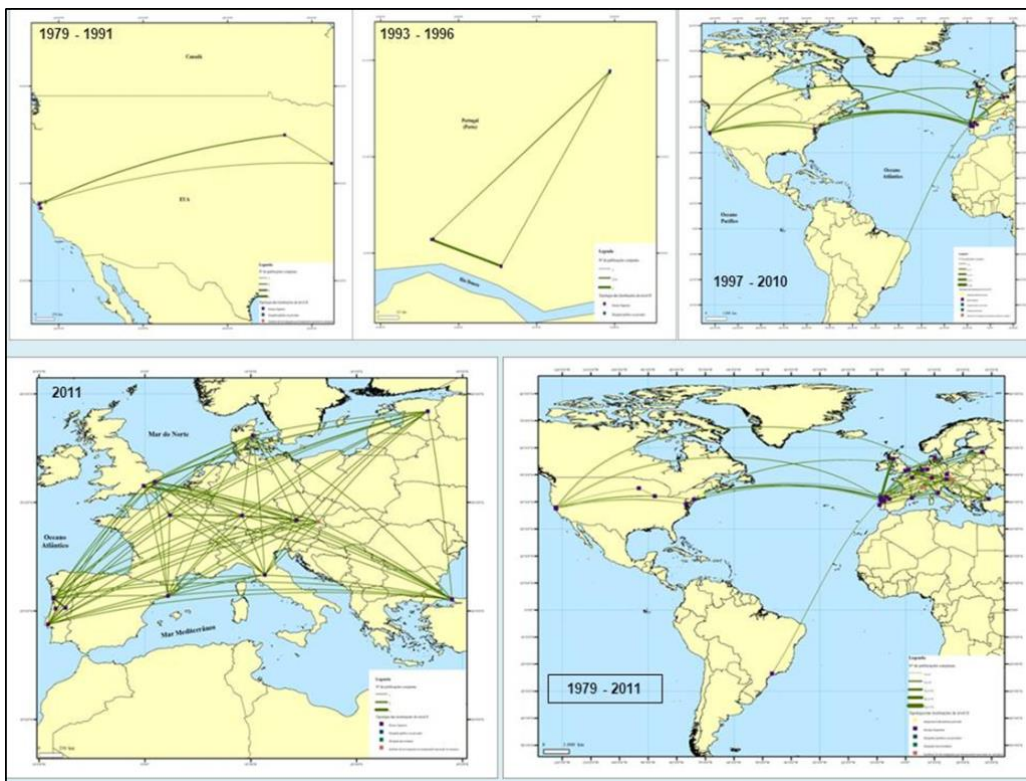


Figura 3. Configuração territorial da rede de colaboração institucional de Alexandre Quintanilha



4.2. As redes de coautoria e colaboração institucional de Manuel Sobrinho-Simões

Entre 1974 e 2011, temos registo de 322 publicações científicas de M. Sobrinho-Simões, das quais 96% foram feitas em coautoria com outros investigadores. A média de assinaturas por publicação é de 5,1; se considerarmos apenas o número de autores distintos, o índice situa-se nos 1,2. Quanto às instituições, verifica-se uma média de 3,0 referências institucionais por publicação e 0,4 instituições diferentes por publicação. O ritmo de publicação varia ao longo dos anos, havendo alternância entre anos de maior e anos de menor produtividade. Cerca de 54% do total de publicações são datadas de 1997 em diante. Das 309 publicações realizadas com outros autores, 84,8% envolve colaboração interinstitucional. A rede de coautoria (Figura 4) é, nos primeiros anos de publicação do investigador, estruturada em 6 grupos de autores com frequências de ligações semelhantes. A partir de 1982 a rede alarga-se, aumentando o número de nós. Um grupo de autores (representados a azul escuro) destaca-se pela sua posição central na rede. No grafo correspondente ao período 1993-2003 está bem patente o aumento do número de autores comparativamente com os períodos anteriores, sobressaindo a intensificação das relações entre eles. Esta situação reforça-se no período de 2004-2011. A rede global de coautores é alargada estruturando-se em torno de 8 elementos principais, para além do Professor Sobrinho-Simões – Soares, P., Carneiro, F., Seruca, R., David, L., Nesland, J.M., Máximo, V., Cameselle-Teijeiro, J. e Johannessen, J.V.. Quanto à rede de colaboração institucional (Figuras 5 e 6), o período 1977-1981 marca o início do processo de internacionalização. A rede estrutura-se em 2 grupos interligados entre si através da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, a afiliação institucional de Sobrinho-Simões. Em termos territoriais a rede abrange sobretudo o continente europeu e americano, mas também existem ligações a África. O período 1982-1990 é marcado pela intensificação das ligações na Europa e nos EUA. A rede é mais alargada em número de nós, destacando-se 4 instituições pela maior frequência de ligações. O período 1991-1992 demarca-se do anterior pelo abandono da ligação com os EUA e o reforço das relações na Europa. O alargamento e intensificação do processo de internacionalização na Europa e nos continentes americano e asiático dá-se no período 1993-2003, estando a rede deste período organizada em diversos grupos. O período 2004-2011 é marcado pela afirmação do processo de globalização das redes de Sobrinho-Simões, bem como pelo reforço das redes a nível nacional. A rede global de instituições estende-se aos 5 continentes – Europa, América, Ásia, África e Oceânia –, estruturando-se em torno da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, do Hospital de São João e do Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto (IPATIMUP), as três principais afiliações do Professor Sobrinho-Simões. As instituições mais representadas foram em todos os períodos de análise as Instituições de Ensino Superior seguidas dos Hospitais públicos ou privados (Quadro 5).

Quadro 5. Tipologia das instituições da rede de Manuel Sobrinho-Simões.

Tipo de instituição	Período temporal											
	1977 - 1981		1982 - 1990		1991 - 1992		1993 - 2003		2004 - 2011		1977 - 2011	
	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total	nº	% no total
Empresa/Laboratório privado	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,7	0	0,0	1	0,8
Ensino superior	4	44,4	6	40,0	4	36,4	31	53,4	33	45,2	60	48,0
Hospital universitário	2	22,2	3	20,0	2	18,2	9	15,5	3	4,1	12	9,6
Hospital (público ou privado)	2	22,2	5	33,3	3	27,3	10	17,2	27	37,0	35	28,0
Fundação/ONG	1	11,1	1	6,7	1	9,1	1	1,7	1	1,4	2	1,6
Instituto de investigação governamental (nacional ou europeu)	0	0,0	0	0,0	1	9,1	6	10,3	9	12,3	15	12,0
Total	9	100,0	15	100,0	11	100,0	58	100,0	73	100,0	125	100,0

No Quadro 6 constam os resultados dos cálculos das medidas de Análise de Redes Sociais. Os valores do *Grau médio* dos autores e das instituições aumentaram ao longo do tempo, devido ao alargamento das redes pela entrada de novos autores e instituições ou pelo estabelecimento de novas ligações entre elementos já existentes (Barabási, Jeong et al. 2002). Os menores valores de *Proximidade média* quer para os autores quer para as instituições verificam-se desde 1993 até 2011, querendo isto dizer que desde então houve uma maior proximidade entre um dado nó da rede e todos os outros. O *Coefficiente médio de aglomeração* é, no caso dos autores, muito semelhante nos diferentes períodos em análise, sendo ligeiramente mais elevado em 2004-2011. No caso das instituições, verificou-se o reforço quase contínuo (excetua-se o último período) da interligação entre os diversos elementos que compõem a rede. O *Nº médio de graus de separação*, ou por outras palavras, o número de *nós* que separa cada par de autores e de instituições é, em média, para o período global, de 2. A *Densidade* é variável consoante o número de nós da rede, sendo que, regra geral, quanto maior este valor menor o valor da densidade.

Figura 4. Rede de coautoria de Manuel Sobrinho-Simões.

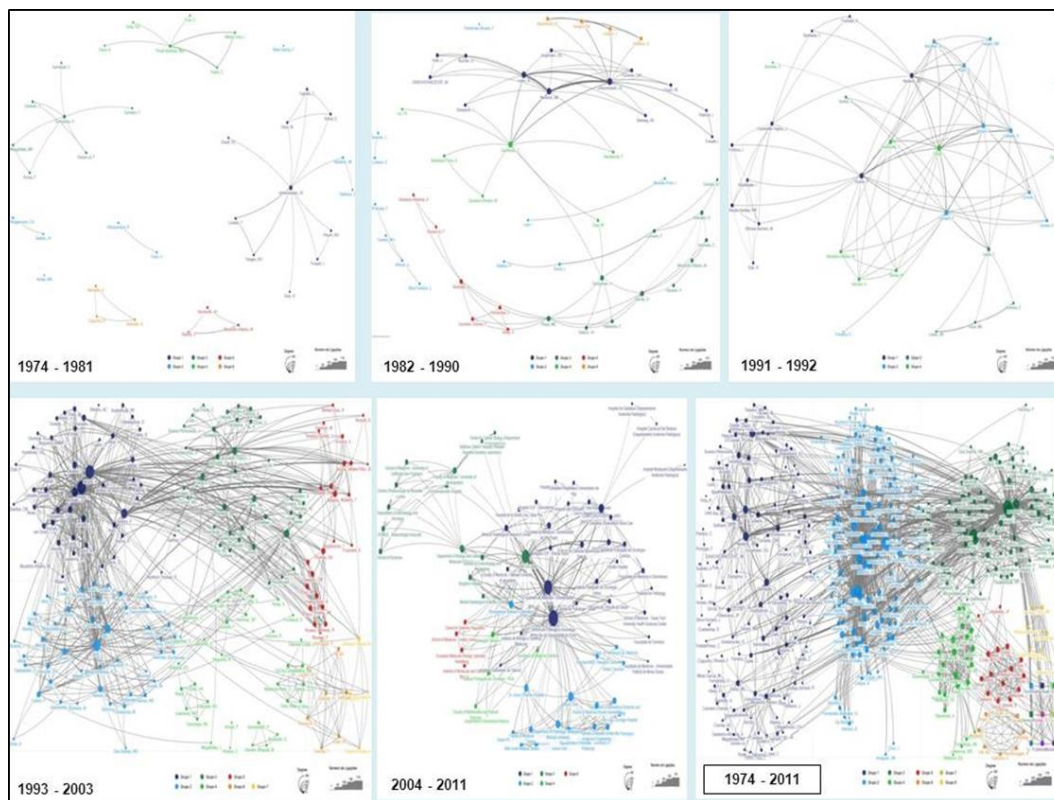


Figura 5. Rede de colaboração institucional de Manuel Sobrinho-Simões.

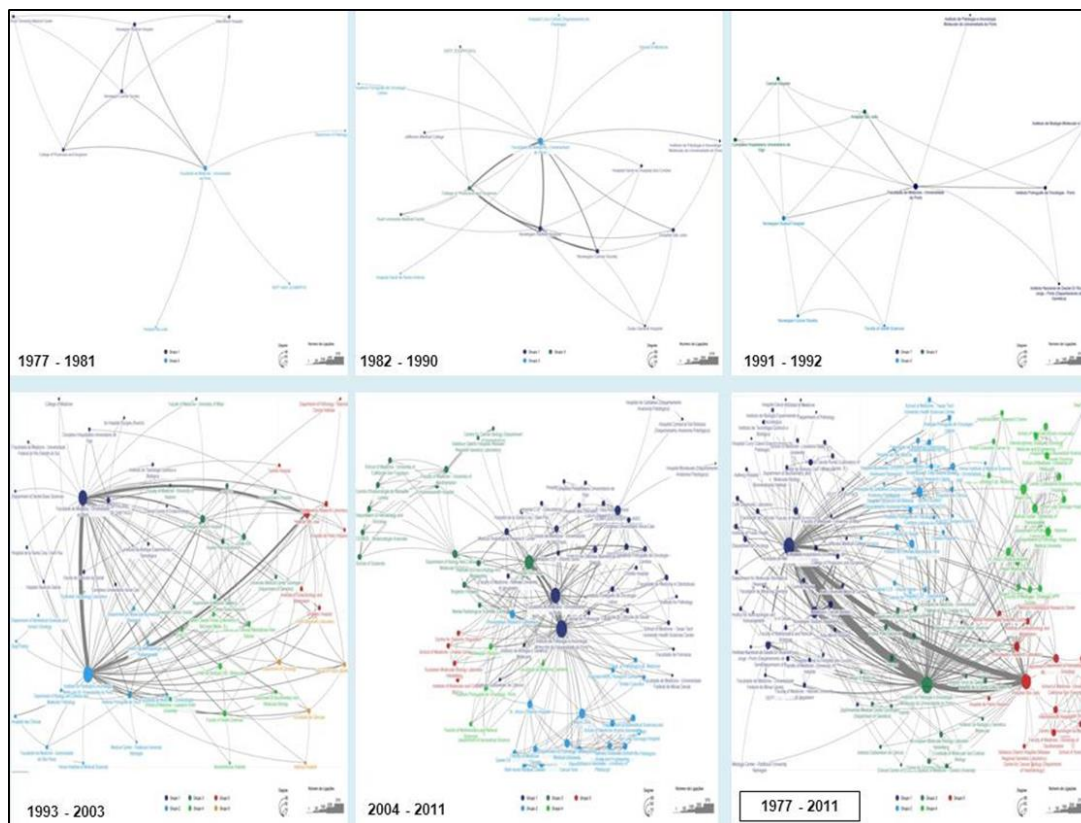
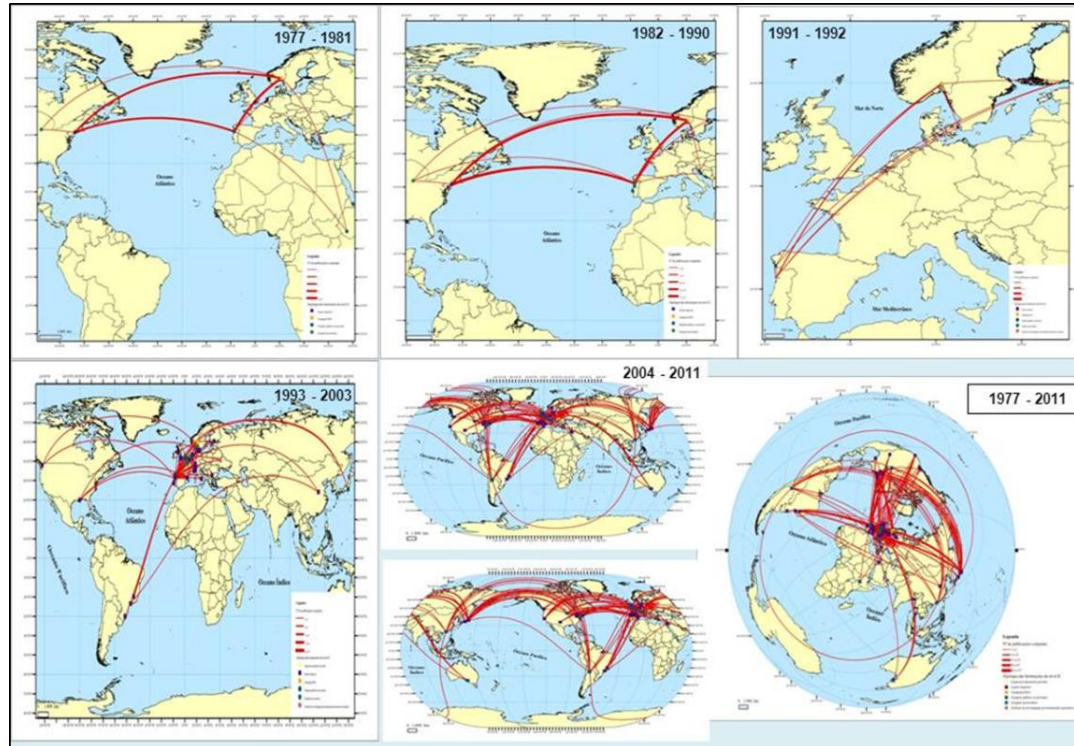


Figura 6. Configuração territorial da rede de colaboração institucional de Manuel Sobrinho-Simões



Quadro 6. Medidas de análise das redes de publicação de Manuel Sobrinho-Simões.

Medidas	Rede de Autores						Rede de Instituições					
	Período temporal						Período temporal					
	1974 - 1981	1982 - 1990	1991 - 1992	1993 - 2003	2004 - 2011	1974 - 2011	1977 - 1981	1982 - 1990	1991 - 1992	1993 - 2003	2004 - 2011	1977 - 2011
Nº de nós	38	52	33	200	164	392	9	15	11	58	73	125
Grau médio	3,947	5,615	8,424	11,620	15,012	12,740	3,333	3,733	4,000	6,034	9,151	7,920
Intermediariedade média	16,526	22,692	11,788	93,7	73,994	189,133	2,667	5,467	3,000	26,207	38,753	69,880
Proximidade média	0,014	0,010	0,018	0,003	0,003	0,001	0,078	0,041	0,064	0,009	0,007	0,004
Coefficiente médio de aglomeração	0,863	0,854	0,813	0,866	0,875	0,857	0,497	0,559	0,733	0,855	0,853	0,826
Nº médio de graus de separação	1,843	1,854	1,684	1,932	1,896	1,962	1,481	1,662	1,455	1,886	2,048	2,110
Densidade	0,107	0,110	0,263	0,058	0,092	0,033	0,417	0,267	0,400	0,106	0,127	0,064

5. Discussão e Conclusões

Num setor com reconhecido potencial de desenvolvimento, como é o das ciências da saúde, o estabelecimento e fortalecimento de redes entre investigadores e instituições mostra-se crucial para a produção e difusão de novo conhecimento. Este trabalho pretendeu contribuir para a análise das redes de coautoria e colaboração institucional específicas de dois investigadores nacionais, identificadas a partir das suas publicações científicas. Os resultados obtidos enquadram-se em duas formas de abordagem complementares: uma que se prende com a representação cartográfica das redes entre instituições, compreendendo a sua implementação no espaço geográfico real; e a outra que se prende com a utilização da Análise de Redes Sociais, representando-se em diagramas de rede as relações entre autores e instituições e analisando-se a estrutura dessas conexões. A partir dos estudos de caso apresentados, conclui-se que a produção de publicações científicas é uma atividade feita em rede com outros investigadores e envolvendo diferentes instituições. Ambos os investigadores em análise iniciaram o seu percurso de publicação (no que se refere às publicações de que temos registo) nos anos 70 do século XX. No caso de M. Sobrinho-Simões verificou-se um aumento do número de publicações sobretudo a partir de meados da década de 90; no caso de A. Quintanilha, houve um incremento a partir de inícios do século XXI. O número de autores e de afiliações institucionais é variável de publicação para publicação. O *índice de assinaturas de autores* e o *índice de referências institucionais* de um e de outro investigador assumem valores aproximados. Se tivermos em conta a relação entre o número de autores ou instituições distintos e o total de publicações, o índice é de respetivamente 1,2 e 0,4 para ambos. Os principais tipos de instituições representados nas suas redes são, por esta ordem, as Instituições de Ensino Superior e os Hospitais. No que concerne à configuração territorial das redes de colaboração institucional, verifica-se, regra geral, um reforço dos processos de internacionalização a partir de meados da década de 90. No âmbito da Análise de Redes Sociais de destacar dois aspetos essenciais. O *Grau médio* aumentou ao longo do tempo para os dois investigadores, indo ao encontro do que se verificou em análises empíricas anteriores (Barabási, Jeong et al. 2002). Tendo em conta o período global de publicação de A. Quintanilha e M. Sobrinho-Simões, quer num quer noutra caso a distância média de separação entre cada par de autores ou de instituições é curta – 2 nós. A análise uma a uma das referências às publicações científicas constantes dos portais bibliográficos explorados se, por um lado, permitiu colmatar algumas limitações

detetadas em estudos anteriores derivadas da automatização deste procedimento, por outro lado, constituiu um fator que limitou o alargamento da análise aqui efetuada no sentido de se considerarem mais investigadores da área científica selecionada. Quanto a desenvolvimentos futuros, por um lado, seria pertinente alargar a análise das redes de coautoria a mais investigadores que publicam na área das ciências da saúde em Portugal. Por outro lado, no âmbito das redes de colaboração institucional seria interessante estudá-las à luz das variadas formas de colaboração, alargando a análise designadamente a projetos de investigação comuns ou protocolos de cooperação, entre outros, e analisando de forma mais aprofundada os padrões de colaboração a nível internacional das instituições nacionais. Uma outra via de investigação pertinente seria analisar a estrutura e o funcionamento das redes de colaboração entre diferentes tipos de instituições na área das ciências da saúde.

Bibliografia

- Andersson, Å. E. and O. Persson (1993). "Networking scientists." *The Annals of Regional Science* **27**: 11-21.
- Asheim, B., L. Coenen and J. Vang (2007). "Face-to-face, buzz, and knowledge bases: sociospatial implications for learning, innovation, and innovation policy." *Environment and Planning C: Government and Policy* **25**: 655-670.
- Barabási, A. L., H. Jeong, Z. Néda, E. Ravasz, A. Schubert and T. Vicsek (2002). "Evolution of the social network of scientific collaborations." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* **311**(3-4): 590-614.
- Baur, M., U. Brandes, J. Lerner and D. Wagner (2009). "Group-level analysis and visualization of social networks." *Algorithmics* **5515 LNCS**: 330-358.
- Bornmann, L., L. Leydesdorff, C. Walch-Solimena and C. Ettl (2011). "Mapping excellence in the geography of science: An approach based on Scopus data." *Journal of Informetrics* **5**(4): 537-546.
- Boyack, K. W., R. Klavans and K. Börner (2005). "Mapping the backbone of science." *Scientometrics* **64**(3): 351-374.
- Leydesdorff, L. and O. Persson (2010). "Mapping the geography of science: Distribution patterns and networks of relations among cities and institutes." *Journal of the American Society for Information Science and Technology* **61**(8): 1622-1634.
- Maier, G., B. Kurka and M. Trippel (2007). Knowledge Spillover Agents and Regional Development: Spatial Distribution and Mobility of Star Scientists, DYNREG (Dynamic Regions in a Knowledge-Driven Global Economy). **17**: 35.
- Newman, M. E. J. (2001). "The structure of scientific collaboration networks." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **98**(2): 404-409.
- Newman, M. E. J. (2004). "Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **101**(1): 5200-5205.

Owen-Smith, J. and W. W. Powell (2004). "Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community." Organization Science **15**(1): 5-21.

Scott, J. (2000). Social Network Analysis: A Handbook, SAGE Publications.

Tomassini, M. and L. Luthi (2007). "Empirical analysis of the evolution of a scientific collaboration network." Physica A: Statistical Mechanics and its Applications **385**(2): 750-764.

Valderrama-Zurián, J. C., G. González-Alcaide, F. J. Valderrama-Zurián, R. Alexandre-Benavent and A. Miguel-Dasit (2007). "Coauthorship Networks and Institutional Collaboration

in Revista Española de Cardiología Publications." Revista Española de Cardiología Publications **60**(2): 117-130.

Wagner, C. S. and L. Leydesdorff (2005). "Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science." Research Policy **34**(10): 1608-1618.

Zucker, L. G. and M. R. Darby (1996). "Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **93**(23): 12709-12716.

Zucker, L. G. and M. R. Darby (1997). "Individual action and the demand for institutions - Star scientists and institutional transformation." American Behavioral Scientist **40**(4): 502-513.

Zucker, L. G. and M. R. Darby (1997). "Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm." Research Policy **26**(4-5): 429-446.

Zucker, L. G. and M. R. Darby (2006). "Movement of star scientists and engineers and high-tech firm entry." National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper N. 12172: 1-56.

Zucker, L. G., M. R. Darby, J. Furner, R. C. Liu and H. Y. Ma (2007). "Minerva unbound: Knowledge stocks, knowledge flows and new knowledge production." Research Policy **36**(6): 850-863.