2014 JULY 10-11
UNIVERSITY OF ÉVORA

20TH APDR CONGRESS

RENAISSANCE OF THE REGIONS OF SOUTHERN EUROPE

REDES DE INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE TERRITORIAL NO BAIXO VOUGA: DINÂMICA EMPRESARIAL A PARTIR DOS INSTRUMENTOS DE APOIO DA AGÊNCIA DE INOVAÇÃO (ADI).

NETWORKS OF INNOVATION AND COMPETITIVENESS IN THE BAIXO VOUGA: ENTREPRENEURIAL DYNAMIC BASED IN THE SUPPORT INSTRUMENTS OF AGENCY OF INNOVATION (ADI)

Ricardo Fernandes [1], Rui Gama[2], Cristina Barros [3]

[1] Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. CEGOT – Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território, Portugal, r.fernandes@fl.uc.pt

[2] Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, CEGOT – Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território, Portugal, rgama@fl.uc.pt

[3] Bolseira de investigação do Projeto PTDC/CS-GEO/105476/2008 "Policentrismo urbano, conhecimento e dinâmicas de inovação" financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, CEGOT – Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território, Portugal, cbarros@fl.uc.pt

RESUMO

A presente investigação pretende entender a dinâmica de evolução e a tradução espacial das redes de inovação do Baixo Vouga, procurando identificar as múltiplas escalas territoriais em que estas redes e ativos operam e as suas dimensões transdisciplinares, no sentido de avaliar o impacto no território e na base empresarial. Para o efeito construiu-se uma base de dados dos diferentes instrumentos de apoio da Agência de Inovação (AdI) para o período de 2000 e 2012, considerando as diferentes entidades proponentes e participantes, financiamento e áreas tecnológicas no sentido de identificar as relações espaciais do território. Recorrendo à metodologia de análise de redes sociais centrada na teoria dos grafos e a partir do template *NodeXL* (*Microsoft Excel*), elaborou-se uma matriz de relações das instituições participantes em cada projeto visando a construção de grafos, a partir de diversos algoritmos, e a definição de um conjunto de métricas e relações que permitam compreender as ligações entre os atores e as implicações dessas ligações para a estrutura e dinâmica da rede de inovação do Baixo Vouga. ***Palavras-chave:*** *Agência de Inovação (AdI); Baixo Vouga; Desenvolvimento Regional; Redes de inovação; Unidades de I&D.*

ABSTRACT

This investigation intends to understand the dynamic of evolution and spatial translation of the innovation networks of the Baixo Vouga territory, trying to identify the multiple territorial scales in which these networks and its actives operate, its transdisciplinary dimensions and assess its impact on the territory and on its entrepreneurial base. Thus, a data base of the different instruments of support of the Agency of Innovation for the period of 2000 and 2012 was made, considering the distinct proponents and participants and corresponding fields of action, the fundings and the identification of the spatial relations of the territory. Resorting to the methodology of the analysis of social networks focused in the graph theory, it's intended to analyse the innovation networks of the Baixo Vouga. From the template *NodeXL* (*Microsoft Excel*), a matrix of the relationships between the participant institutions in each project was built, aiming the construction of graphs from several algorithms and the definition of a set of metrics and relations that allow us to understand the connections between the actors or intervenient groups and the implications of those links to the structure and dynamic of the innovation network of the sub-region of the Baixo Vouga. ***Keywords:*** *Innovation Agency (ADI); Baixo Vouga; Regional, development; Networks of innovation; R&D units.*

1. INTRODUÇÃO

A tradução espacial dos processos de inovação e dos seus atores tem refletido, ao longo do tempo, as diferentes interações e a evolução dos conceitos de rede e sistema de inovação. A análise das redes de inovação está relacionada com a perceção das (múltiplas) relações/ligações "interorganizacionais" entre empresas e outros agentes de desenvolvimento (universidades, unidades de I&D, administração local/nacional, ativos e instrumentos de política, entre outros) (Pellegrin *et al.*, 2007). Estas redes envolvem *processos de interação entre atores heterogéneos produzindo inovações em qualquer nível de agregação (regional, nacional, global)* (Pellegrin *et al.*, 2007: 314) e traduzem mecanismos de difusão da inovação através da colaboração e da interação entre os ativos de desenvolvimento territorial, criando novos meios para a produção, disseminação e aplicação dos processos de inovação e conhecimento. Segundo Küppers e Pyka (2002), as redes de inovação assumem-se como formas de organização que permitem a aprendizagem entre atores de desenvolvimento, fomentam as suas complementaridades, a diversidade das áreas de conhecimento e refletem a complexidade dos processos de inovação num ambiente vincadamente marcado por sinergias entre ativos territoriais. No fundo, tentam dar sentido ao conceito de sistema de inovação, sedimentando a importância das fontes, processos de conhecimento e inovação.

A dinamização de redes de inovação é central para a *redução da incerteza e da complexidade inerentes ao processo de inovação* (Pellegrin *et al.*, 2007: 315). Tratando-se de estruturas organizadas em forma de rede reforça-se a ligação entre o conhecimento, competências e instrumentos de diferentes ativos. Alguns dos elementos centrais a ter em conta na solidificação destas redes são a confiança, a rapidez da troca de informação, conhecimento e inovação e a efetiva cooperação entre os diferentes "nós". Assim, a coordenação entre atores e a própria densidade, intensidade e *outputs* da rede estão traduzidos na partilha de objetivos, comportamentos e na disseminação de inovação interativa, inter-relacional e colaborativa.

Apesar da diversidade dos ativos territoriais no âmbito da inovação e I&D em Portugal e no Centro Litoral do país, o sistema de inovação e a centralidade das redes de inovação deverão ser também analisados na perspetiva da aplicação dos objetos e objetivos destas instituições, por exemplo no que concerne aos projetos, financiamento realizado e redes estabelecidas pelos diversos intervenientes. Os projetos dinamizados com base nos instrumentos de apoio da Agência de Inovação (*AdI*), para além de traduzirem uma das principais fontes de financiamento de apoio à inovação em Portugal, indicam-nos elementos importantes para a caracterização do sistema de inovação e I&D português. A partir da metodologia de análise de

redes sociais, torna-se central conhecer a(s) rede(s) de inovação do Centro Litoral de Portugal, dando especial atenção às empresas como atores essenciais para a dinamização de redes de inovação e como alicerces destes novos processos de desenvolvimento económico e territorial. A solidificação destas ligações no âmbito da inovação tem fomentado uma passagem das colaborações de um prisma mais local/regional para uma escala global, reconstruindo, de forma cumulativa, a dinâmica económica e empresarial dos territórios e gerando redes de inovação mais abrangentes, complexas, interativas e globais.

2. REDES DE INOVAÇÃO NO BAIXO VOUGA: PROJETOS/INVESTIMENTOS NO ÂMBITO DOS INSTRUMENTOS DE APOIO DA *AGÊNCIA DE INOVAÇÃO*

2.1. Dinâmicas de inovação no Baixo Vouga: reflexo do financiamento e participação em projetos da Agência de Inovação (*AdI*)

Partindo da informação acerca dos projetos e financiamento da Agência de Inovação (*AdI*), pretende-se perceber a tradução (setorial e espacial) da rede de inovação do Baixo Vouga, tentando identificar as múltiplas escalas territoriais em que operam, as suas dimensões transdisciplinares, avaliando o impacto no território. Para se analisar a dinâmica da rede de inovação da área de estudo construiu-se uma base de dados dos projetos e financiamento para o período de 2000 a 2012. Consideraram-se apenas os projetos com a participação de instituições localizadas nos concelhos integrantes da sub-região do Baixo Vouga.

Para o período considerado (2000-2012), foram identificados 230 projetos (13,23% do total de 1738 projetos apoiados pela *AdI* no país) (Quadro 1). Os projetos *AdI* dinamizados a partir do Baixo Vouga (entre 2000 e 2012) valorizam cerca de 130 milhões de euros de investimento, representando 23,31% do total do investimento geral dos projetos de todo o país (cerca de 559 milhões de euros), envolvendo cerca de 842 unidades de inovação/empresas (cerca de 23,97% do total de instituições participantes no quadro global dos projetos de todas as 3513 entidades nacionais para o período de recolha). Em termos evolutivos verificou-se, nos primeiros anos, uma tendência de aumento dos projetos *AdI* para o Baixo Vouga, sendo que em 2000 se identificaram apenas 5 projetos e, em 2001, não foi realizado nenhum. Logo no ano a seguir, 2002, registaram-se 13 projetos *AdI*, apoios que foram aumentando (de forma irregular) até ao ano de 2007, com 37 projetos. Todavia, apesar de no ano de 2008 se ter registado uma diminuição dos projetos, o comportamento médio foi retomado entre 2009 e

2011, sendo que em 2012 se verificou nova diminuição das ações de inovação no âmbito dos instrumentos de apoio da *AdI*.

Quadro 1: Instituições e financiamento dos projetos da Adi em que participam instituições do Baixo Vouga, entre 2000 e 2012

Anos	Projetos			Unidades/Empresas			Financiamento		
	Nº	%	Total nacional (%)	Nº	%	Total nacional (%)	(€)	%	Total nacional (%)
2000	5	2,17	11,36	15	1,78	12,30	583642,02	0,45	9,64
2001	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
2002	13	5,65	8,84	30	3,56	12,10	5453388,09	4,19	12,05
2003	7	3,04	5,19	63	7,48	35,39	13503313,11	10,36	26,43
2004	9	3,91	10,59	12	1,43	11,54	896145,96	0,69	7,36
2005	17	7,39	10,97	22	2,61	15,60	4695325,98	3,60	11,85
2006	33	14,35	13,58	119	14,13	25,05	11691084,95	8,97	25,32
2007	37	16,09	10,60	79	9,38	18,90	9752665,01	7,49	12,16
2008	14	6,09	12,39	37	4,39	16,09	2650962,35	2,03	10,91
2009	34	14,78	20,00	103	12,23	21,50	16853184,41	12,94	23,16
2010	27	11,74	18,12	87	10,33	19,42	15395670,56	11,82	21,48
2011	23	10,00	27,38	222	26,37	48,26	39955516,74	30,67	52,39
2012	11	4,78	21,15	53	6,29	30,64	8851155,4	6,79	26,63
Total	**230**	**100**	**13,23**	**842**	**100**	**23,99**	**130282054,6**	**100**	**23,31**

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/)

Mesmo que de forma muito irregular, a interatividade e o efeito de rede foi aumentando, observando-se um maior número de unidades de inovação e empresas participantes, bem como uma maior expressividade do financiamento (mais representativo nos anos de 2006, 2009 e 2011) (Quadro 1). Porém, as oscilações ao nível dos participantes e intervenientes na rede de inovação são muito expressivas, existindo variações muito vincadas que espelham, entre outros, fatores associados ao tipo de projetos e de atores envolvidos. No que se refere à evolução do financiamento no Baixo Vouga (2000-2012), apesar da tendência para um aumento dos apoios, observa-se um comportamento irregular ao longo do tempo. São exemplo alguns momentos de baixo investimento (anos de 2001, 2004 e 2008), e outros com projetos cujo investimento é muito significativo (2003, 2009, 2010 e 2011).

Na perspetiva da análise das áreas tecnológicas dos projetos das *AdI*, a participação das unidades de inovação/empresas do Baixo Vouga não se traduz de forma extensiva nas diferentes áreas de ação dos atores. Pensando no número de projetos, grande parte das iniciativas apoiadas pela Agência de Inovação (*AdI*) na presente área de estudo encontraram-se associadas à área tecnológica das TIC (cerca de 56 projetos entre 2000 e 2012,

representando cerca de 24,3% do total dos 230 projetos identificados para o Baixo Vouga) (Quadro 2) e das tecnologias dos materiais (33 projetos, representando cerca de 14,3% do total de projetos da sub-região). Existe igualmente uma importância das iniciativas na área da engenharia mecânica (21 projetos), eletrónica e instrumentação e engenharia química (20 projetos) e no domínio de projetos de inserção de doutores e mestres nas empresas (21 projetos). Com menor expressividade surgem as áreas das tecnologias agrárias e alimentares, tecnologias da construção, biotecnologias, NEOTEC – valorização do potencial empreendedor e oficinas de transferência de tecnologia.

Quadro 2: Projetos e financiamento dos projetos da Adi em que participaram unidades do Baixo Vouga, entre 2000 e 2012, segundo a área tecnológica

Área Tecnológica	**Projetos**		**Financiamento**	
	Nº	**%**	**Nº**	**%**
Transferência de Tecnologia no âmbito do SCTN	7	3,0	8.493.205,23	6,5
Automação e Robótica	13	5,7	16.336.103,51	12,5
Biotecnologias	4	1,7	2.586.661,73	2,0
Eletrónica e Instrumentação	20	8,7	5.620.889,43	4,3
Energia	3	1,3	1.806.708,14	1,4
Engenharia Mecânica	21	9,1	16.188.867,59	12,4
Engenharia Química	20	8,7	7.428.303,32	5,7
Inserção de Doutores e Mestres nas Empresas	21	9,1	844.686,40	0,6
NEOTEC - Valorização do Potencial Empreendedor	1	0,4	16.512,28	0,0
Oficinas de Transferência de Tecnologia	1	0,4	199.500,00	0,2
Tecnologias Agrárias e Alimentares	13	5,7	8.999.649,55	6,9
Tecnologias da Construção	4	1,7	865.287,59	0,7
Tecnologias do ambiente	4	1,7	1.674.937,40	1,3
Tecnologias dos Materiais	33	14,3	13.689.097,70	10,5
TIC	56	24,3	43.258.223,53	33,2
Várias	9	3,9	2.273.421,18	1,7
Total	**230**	**100**	**130.282.054,58**	**100**

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/)

No quadro do investimento dos projetos da Agência de Inovação (*AdI*) no Baixo Vouga, existem quatro áreas tecnológicas mais representativas, principalmente associadas às TIC (com cerca de 43,3 milhões de euros, representando de 33,2% do total de investimento dos projetos entre 2000 e 2012), automação e robótica (12,5%, 16,3 milhões de euros), engenharia mecânica (12,4%, 16,2 milhões de euros) e tecnologia dos materiais (10,5%, 13,7 milhões de euros). Também em áreas tecnológicas fortemente associadas à indústria e atividades conexas da área de estudo verifica-se uma centralidade do financiamento nos projetos, sendo exemplo as áreas das tecnologias agrárias e alimentares (9 milhões de euros), engenharia química (7,4 milhões de euros), eletrónica e instrumentação (5,6 milhões de euros).

2.2. Redes de inovação no Baixo Vouga: análise de redes sociais, dinâmicas espaciais e colaboração no âmbito dos instrumentos da *AdI*

Com base nos projetos integrados nos diferentes instrumentos de apoio da Agência de Inovação (*AdI*), pretende-se avaliar a tradução espacial e setorial da(s) rede(s) de inovação do Baixo Vouga (2000-2012). Partindo do pressuposto que projetos de inovação financiados pela *AdI* promovem parcerias entre diferentes atores de inovação e empresas, recorreu-se à metodologia de análise de redes sociais (baseada na teoria dos grafos), tendo como objetivo central entender as ligações entre os atores ou grupos intervenientes e as implicações dessas ligações para a estrutura e dinâmica da rede de inovação.

Contextualmente, a rede é constituída por um conjunto de pontos ou "nós" ligados por linhas, sendo que cada ponto representa um ativo de desenvolvimento e as linhas as relações de colaboração entre os atores. Assim, foi essencial a recolha de informação projeto a projeto através da informação disponível no sítio internet da Agência de Inovação (*AdI*) (janeiro e fevereiro de 2014), permitindo a construção de uma base de dados com informação sobre cada projeto, intervenientes, áreas tecnológicas e localização geográfica, para o período entre 2000 e 2012.

A partir do *template NodeXL* (*Microsoft Excel)* elaborou-se uma matriz de relações dos agentes participantes em cada projeto *AdI* para o Baixo Vouga, permitindo a construção de grafos com base em algoritmos. Na presente análise utilizou-se o algoritmo de *Fruchterman-Reingold* que distribui os vértices de forma igual no espaço disponível, minimizando o cruzamento de arestas, deixando o tamanho das arestas uniforme e fornecendo simetria ao grafo. O algoritmo utilizado "simula um sistema de partículas onde os vértices representam pontos de massa que se repelem mutuamente, enquanto as arestas assumem o comportamento de molas com forças de atração" (Everton, 2004 e Gama et al, 2013).

A rede de inovação do Baixo Vouga assume uma certa complexidade no período considerando (englobando cerca de 385 atores relacionados no período de 2000 a 2012), sendo evidente que o maior número de pontos ou "nós" corresponde a empresas (279 atores, traduzindo 72,5% do total de ativos identificados no Baixo Vouga), seguido pelos institutos e unidades de investigação e ensino superior (48, cerca de 12,5%), pelas associações (20, 5,2%) e pelos laboratórios associados (11, 2,9%) (Figura 1 e Quadro 3).

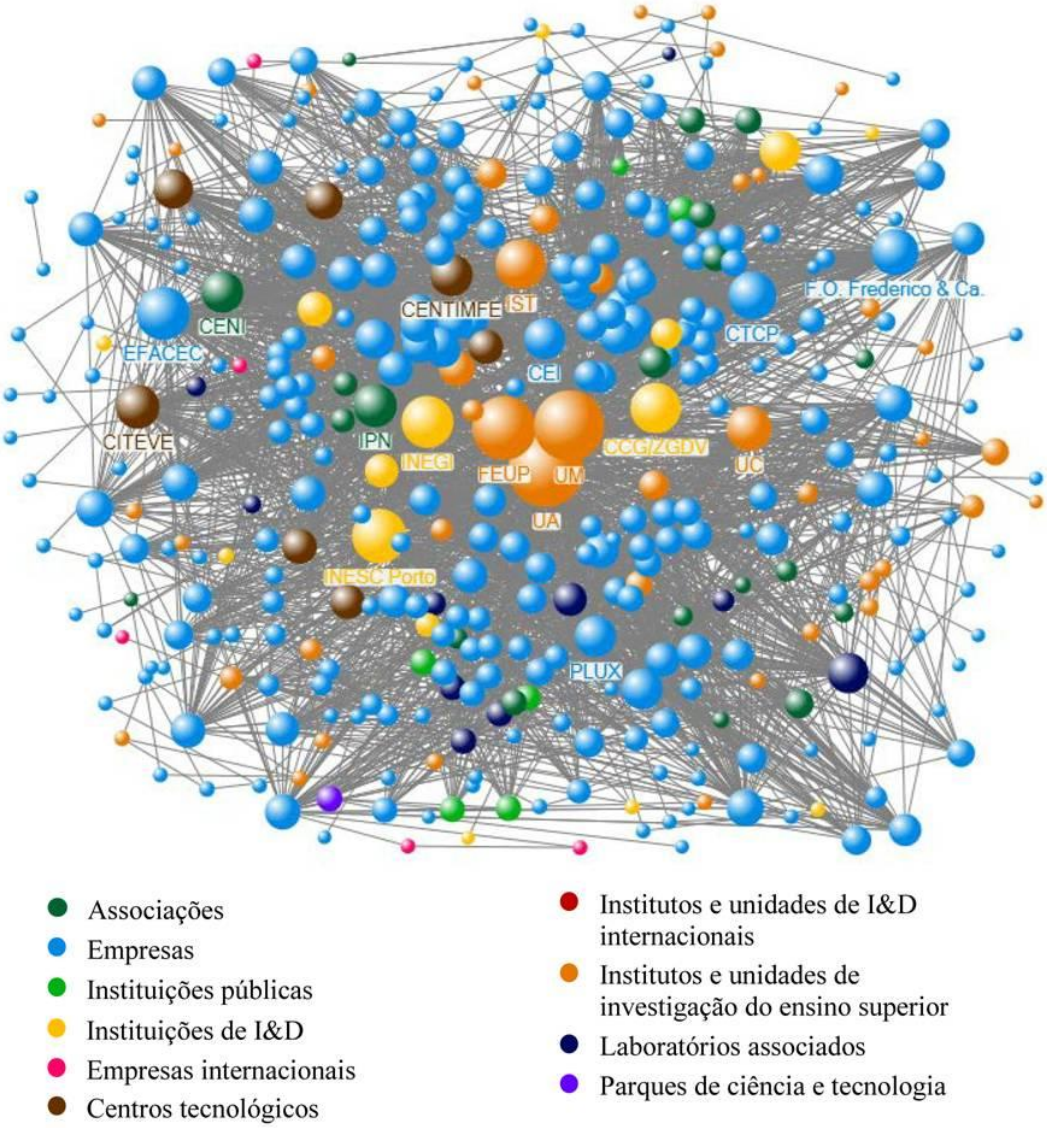


Figura 1: Rede de colaboração em projetos Adi do Baixo Vouga, entre 2000 e 2012

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/)

Quadro 3: Categoria das instituições da rede de colaboração em projetos da Adi com instituições do Baixo Vouga

Categoria de Instituição	**Rede Inovação Baixo Vouga**	
	Nº	**%**
Associações	20	5,2
Empresas	279	72,5
Instituições públicas	6	1,6
Institutos de I&D	8	2,1
Institutos e unidades de investigação do ensino superior	48	12,5
Laboratórios associados	11	2,9
Parques de ciência e tecnologia	1	0,3
Empresas internacionais	5	1,3
Centros Tecnológicos	7	1,8
Total	**385**	**100**

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/)

As medidas de análise permitem analisar a estrutura global da rede, como por exemplo a distância geodésica, o número médio de graus de separação e a densidade (Quadro 4). Neste sentido, a distância geodésica máxima corresponde à distância mais longa de um nó a outro, sendo que para esta rede de inovação apresenta o valor de 8. O número médio de graus de separação, isto é, o número médio de nós que separa cada ator de inovação de um outro, é de 2,51. A densidade (que varia entre 0 e 1 e indica o grau de conexão dos vértices ou nós na rede) é calculada pela divisão do número total de ligações pelo número máximo de ligações possíveis, sendo que quantos mais nós estiverem conectados de forma direta a outros nós, maior é a densidade. Neste caso específico da inovação do Baixo Vouga, a densidade é de cerca de 0,05 traduzindo a presença de um representativo número de instituições.

Quadro 4: Medidas de análise da rede de colaboração em projetos da Adi do Baixo Vouga

Medidas		**Rede Total**	**Energia**	**Automação e Robótica**	**Tecnologia dos Materiais**	**TIC**
Nº de nós	*Número de atores intervenientes na rede.*	**385**	**26**	**69**	**77**	**118**
Nº de linhas/relações	*Número de relações existentes entre os diferentes atores.*	**4192**	**235**	**1011**	**631**	**1285**
Distância geodésica máxima	*Distância mais longa de um nó a outro.*	8	2	3	6	5
Número médio de graus de separação	*Número médio de nós que separa cada ator/instituição de um outro.*	2,51	1,03	1,53	2,07	1,94
Densidade	*Expressa a razão entre as relações existentes e as possíveis. Quantos mais nós estiverem conectados de forma direta a outros nós, maior é a densidade. Indica o "grau" de conexão dos vértices na rede.*	0,05	0,72	0,42	0,20	0,17
Grau médio	*Corresponde ao número médio de intervenientes aos quais cada nó se encontra ligado.*	19,69	18,08	28,72	15,48	19,44
Proximidade média	*Mede a proximidade de cada nó a todos os outros nós com quem estabelece relações (grau de abrangência de cada ator). Baseia-se na soma das distâncias dos caminhos mais curtos.*	0,04	0,10	0,07	0,08	0,09
Intermediação média	*Mede o grau de extensão na qual um nó se encontra situado entre os outros nós da rede. Permite perceber a centralidade, posição intermediária e prestígio de um interveniente.*	258,31	0,81	16,84	29,30	42,06
Coeficiente médio de clusterização	*Quantifica quão conectado está um determinado vértice com os seus "vizinhos".*	0,77	0,96	0,87	0,83	0,73

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/)

Neste contexto, são igualmente valorizadas medidas de centralidade que determinam a importância relativa de um vértice no grafo, exemplos da centralidade de grau (*Degree Centrality*), da centralidade de proximidade (*Closeness Centrality*) e da centralidade de intermediação (*Betweenness Centrality*) (Freeman et al, 1979). O grau médio (*Degree Centrality*) corresponde ao número médio de nós (instituições/atores) aos quais cada nó da rede de inovação se encontra ligado. A rede global do Baixo Vouga (2000-2012) apresenta um valor relativamente elevado (19,69), refletindo uma rede de inovação alargada constituída por um conjunto vasto de interações entre os diferentes atores. A proximidade (*Closeness Centrality*) é uma medida de análise que se baseia na distância geodésica, analisando o comprimento do caminho mais curto entre duas instituições/nós (Lemieux, 2004). Esta medida de análise traduz a proximidade de cada instituição a todas as outras com as quais estabelece relação de inovação, sendo que no caso da presente rede o valor é de 0,04 (traduzindo um relativo grau de abrangência de cada instituição a todas as outras com as quais se encontra ligada).

A intermediação (*Degree Centrality*) permite medir o grau de extensão na qual um nó se encontra situado entre os outros nós da rede, sendo importante para perceber a centralidade dos atores, a capacidade para aceder, distribuir e controlar os diferentes fluxos de inovação a partir da sua posição intermediária. Quanto mais um ator se encontrar numa posição intermediária e numa situação em que os atores têm de passar por ele para chegar aos outros atores, maior capacidade de controlo terá sobre a circulação da informação entre essas instituições (Lemieux, 2004). Na rede de inovação de 2000-2012 para a sub-região estudada o valor médio é de 258,31, refletindo uma importância significativa dos atores intermediários. Por último, foi destacado o coeficiente de *clusterização* que quantifica quão conectado está um determinado vértice com os seus vizinhos (Hansen, 2011). Neste caso, tendo em conta o alargado número de atores de inovação envolvidos na rede, o valor médio é de 0,77.

Com base na análise das redes sociais, justificando-se a pertinência do estudo da rede de inovação do Baixo Vouga para 2000-2012, é fundamental analisarem-se algumas medidas (métricas) relativas aos "nós" integrantes da rede. No que concerne às medidas de centralidade para o período de 2000 a 2012, destacam-se algumas instituições e unidades de investigação e ensino superior, laboratórios associados, institutos de I&D e empresas, com valores de ligações significativos no quadro da presente rede de inovação.

No que se refere à medida de centralidade de grau, ao medir o número de conexões diretas de cada ator no grafo, temos boas indicações para a análise da importância das relações de cada

uma das instituições com as restantes. Para o período de 2000-2012, destacam-se os casos relacionados com o ensino superior, como a Universidade de Aveiro (208 ligações diretas com outros atores), a Universidade do Minho (183), a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (149), o Instituto Superior Técnico (89) e a Universidade de Coimbra (71). Igualmente com representatividade na rede, surgem os laboratórios associados, exemplos do INESC Porto - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (106) e o INOV - INESC Inovação - Instituto de Novas Tecnologias (56), alguns institutos de I&D (exemplos do INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, com 102 ligações diretas; CCG/ZGDV - Centro de Computação Gráfica, com 90 ligações; INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, com 57) e os centros tecnológicos, como os casos do Centro Tecnológico das Industrias Têxtil e do Vestuário de Portugal (71 ligações), Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos (86) e Centro Tecnológico das Indústrias do Couro (53). Também no quadro das associações, identificam-se algumas instituições que assumem valores significativos face ao número de ligações diretas (IPN - Instituto Pedro Nunes, com 65 ligações diretas e CENI - Centro de Integração e Inovação de Processos, com 58 ligações).

As empresas assumem uma grande centralidade na rede de inovação do Baixo Vouga, existindo atores com um papel significativo no número de ligações diretas estabelecidas. Com efeito, as que apresentam maior número de ligações são a EFACEC - Engenharia e Sistemas SA (102 ligações diretas), F.O. Frederico & Ca (77), CEI - Companhia de Equipamentos Industriais Lda (58), PLUX - Wireless Biosignals SA (58), Meticube - Sistemas de Informação, Comunicação e Multimédia Lda (57), INOCAM - Soluções de Manufactura Assistida por Computador Lda e SISTRADE - Software Consulting SA (53), entre outras. Pensando nesta métrica de análise e na especificidade da rede em estudo, os intervenientes identificados beneficiam de uma maior centralidade, traduzindo o maior número de contactos diretos e uma maior "popularidade" no quadro das interações e ligações.

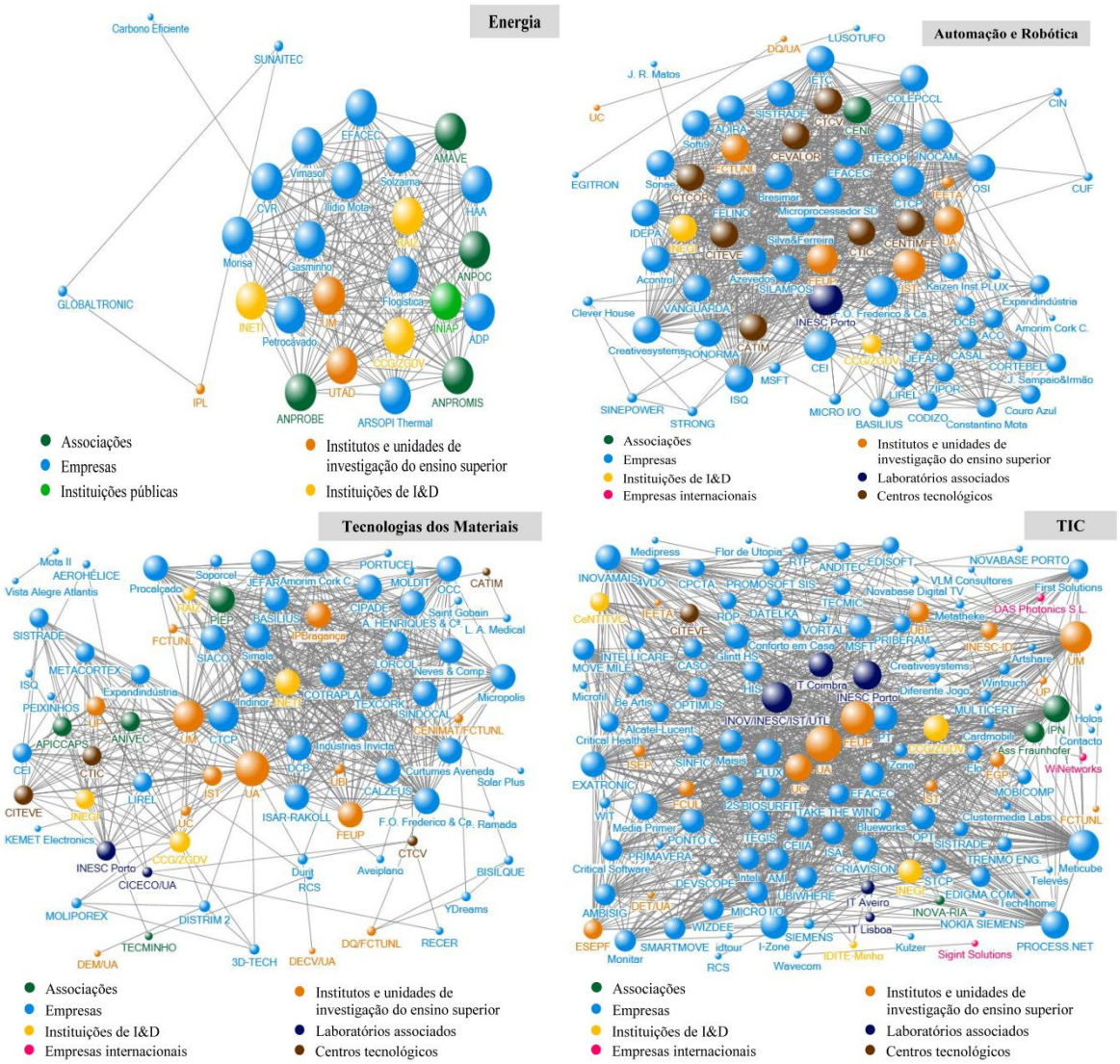
No caso da centralidade de intermediação (medida importante para se perceber o "prestígio" dos atores e a sua capacidade como agentes de controlo da informação como intermediários), destacam-se, com valores acima da média, diferentes tipos de instituições. Relativamente aos institutos e unidades de investigação e ensino superior, sublinham-se os casos da Universidade de Aveiro, da Universidade do Minho, da Universidade de Coimbra, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, do Instituto Superior Técnico, do Instituto Politécnico de Leiria e da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Paralelamente, verifica-se uma importância de intermediação em alguns casos de laboratórios associados (Instituto de Telecomunicações Aveiro, INESC Porto, CBQF - Centro de Biotecnologia e Química Fina), institutos de I&D (INEGI, INETI e CCG/ZGDV - Centro de Computação Gráfica) e empresas (Portugal Telecom Inovação SA, EFACEC Engenharia e Sistemas SA, DISTRIM 2 - Indústria, Investigação e Desenvolvimento Lda, ISA - Intelligent Sensing Anywhere SA, Metatheke - Software Lda, PLUX - Wireless Biosignals SA, FRULACT – Indústria Agro-alimentar SA e CUF - Químicos Industriais SA).

Independentemente do comportamento da rede de inovação global torna-se importante perceber o comportamento das redes de inovação do Baixo Vouga em diferentes áreas tecnológicas específicas que se têm revelado importantes para as dinâmicas de inovação na área de estudo. Com efeito, tendo em conta a sua importância para rede de inovação global do Baixo Vouga no quadro da centralidade dos seus "nós", intensidade e densidade das ligações/relações, escolheram-se as áreas da *energia*, *automação e robótica*, *tecnologias dos materiais* e *tecnologias de informação e comunicação* (Figuras 2 a 5).

Relativamente à rede de inovação do Baixo Vouga na área tecnológica da *energia* (para o período de 2000 a 2012), verificou-se que apresenta 26 atores/instituições, principalmente no quadro das empresas (15 intervenientes, exemplos da ADP Fertilizantes SA, ARSOPI Thermal - Equipamentos Térmicos SA, EFACEC Engenharia e Sistemas SA, GLOBALTRONIC - Electrónica e Telecomunicações SA, Vimasol - Energia e Ambiente Lda, Solzaima - Equipamentos para Energias Renováveis Lda, entre outras). Em relação às principais medidas de análise de redes sociais, a rede de inovação de *energia* do Baixo Vouga traduz uma maior concentração e densidade da rede face às restantes, muito devido à existência de um menor número de nós (26) e de 235 linhas/relações (Quadro 4).

A distância geodésica máxima é de 2 (refletindo o menor número de intervenientes) e o número médio de graus de separação traduz o valor de 1,03, sendo inferior ao verificado no total das áreas tecnológicas para o mesmo período (traduzindo um conjunto de relações menos diretas entre os intervenientes e atores da rede de inovação). Sendo o número de nós mais reduzido, verifica-se uma maior densidade face à rede global (em todas as áreas tecnológicas no período considerado), com cerca de 0,72. No caso do grau médio, observa-se um menor valor (18,08) e na proximidade média um resultado maior (0,10). No caso do grau médio, observa-se um menor valor (18,08) e na proximidade média um resultado maior (0,10). O grau de intermediação médio é significativamente menor (0,81), o que evidencia uma importância mais reduzida dos atores intermédios



Figuras 2 a 5: Redes de colaboração em projetos Adi com instituições do Baixo Vouga (2000 a 2012), nas áreas tecnológicas de: Energia (2), Automação e Robótica (3), Tecnologias dos Materiais (4) e TIC (5)

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/).

No que concerne às medidas de centralidade da rede de inovação da área tecnológica da *energia*, evidenciam-se os casos relacionados com o ensino superior, como a Universidade do Minho (22 ligações diretas) e a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (21), bem como as associações (Associação Nacional de Produtores de Oleaginosas e Cereais, Associação Nacional dos Produtores de Beterraba e Associação Nacional de Produtores de Milho e Sorgo, todas com 21 ligações diretas). Apesar de existirem exemplos de instituições públicas (Instituto Nacional de Investigação de Agricultura e Pescas) e institutos de I&D (CCG/ZGDV - Centro de Computação Gráfica, INETI e RAIZ – Inst. Investigação da

Floresta e Papel), com alguma representatividade nas ligações diretas, as empresas representam um grupo de intervenientes com maior importância nesta medida de centralidade (ADP Fertilizantes SA, EFACEC Engenharia e Sistemas SA, Flogística - Desenvolvimento Florestal Lda, Gasminho - Distribuidora de Gás Lda, Ilídio Mota - Petróleos e Derivados Lda, Morisa - Caldeiras e Equipamentos Industriais SA, Petrocávado - Investimentos Imobiliários e Mobiliários SA, Vimasol - Energia e Ambiente Lda, Solzaima - Equipamentos para Energias Renováveis Lda, entre outras).

Relativamente à centralidade de intermediação, independentemente da importância das empresas na rede de inovação de *energia*, a instituição com maior poder de intermediação está associada aos institutos e unidades de investigação e ensino superior, caso da Universidade do Minho, sendo que os restantes atores desta rede não têm expressão de intermediação.

A rede de inovação do Baixo Vouga na área tecnológica da *automação e robótica* apresenta 69 atores/instituições, grande parte dos quais empresas (51 ativos, exemplos da F.O. Frederico&Ca, INOCAM - Soluções de Manufactura Assistida por Computador Lda, EFACEC Engenharia e Sistemas SA, Acontrol - Automação e Controle Industrial Lda, Adira SA, Azevedos Indústria - Máquinas e Equipamentos Industriais SA, Bresimar Automação SA, SILAMPOS - Sociedade Industrial de Louça Metálica Campos SA, CASAL - Fábrica de Calçado Lda, entre outras). No que se refere às principais medidas de análise de redes sociais existe uma maior complexidade da rede de inovação de *automação e robótica*, muito devido à existência 69 nós e de 1011 linhas/relações, métricas mais significativas do que as identificadas para a rede de *energia* (Quadro 4). A distância geodésica máxima é 3 (refletindo o menor número de intervenientes face à rede global e, ligeiramente maior face à rede de *energia*), sendo que o número médio de graus de separação apresenta o valor de 1,53, superior ao verificado para a *energia* (traduzindo um conjunto de relações ligeiramente mais diretas entre os intervenientes e atores da rede de inovação de *energia*). Mesmo com um número de nós mais elevado, verifica-se uma menor densidade face à rede global, com cerca de 0,42. No caso do grau médio, observa-se um aumento face à rede de inovação de *energia* para 28,72 e na proximidade média uma redução para 0,07. No que se refere ao grau de intermediação médio, este aumenta significativamente face à rede de *energia*, vincando, contudo, uma importância mais significativa dos atores intermédios presentes (16,84).

No que concerne às medidas de centralidade da rede de inovação da área tecnológica da *automação e robótica*, a instituição com maior número de ligações diretas é o INESC Porto - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (com 60 ligações), embora

existindo exemplos importantes no quadro dos institutos de investigação e ensino superior (Instituto Superior Técnico, com 53 ligações; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 48; Universidade de Aveiro, 43; Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa), centros tecnológicos (Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica; Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos; Centro Tecnológico para o Aproveitamento e Valorização das Rochas Ornamentais e Industriais; Centro Tecnológico das Industrias Têxtil e do Vestuário de Portugal; Centro Tecnológico da Cortiça; Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro e Centro Tecnológico das Indústrias do Couro, todos com 39 ligações diretas e com uma forte ligação a atores da indústria) e empresas (exemplos da F.O. Frederico&Ca. e INOCAM - Soluções de Manufactura Assistida por Computador Lda, com 53 ligações; EFACEC Engenharia e Sistemas SA, 41; Acontrol - Automação e Controle Industrial Lda, Adira SA, 39).

No que se refere à centralidade de intermediação, as instituições com maior poder de intermediação nesta rede são os casos do INESC Porto - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (laboratório associado), a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade de Aveiro e Instituto Superior Técnico (ensino superior) e a CEI - Companhia de Equipamentos Industriais Lda, INOCAM - Soluções de Manufactura Assistida por Computador Lda, F.O. Frederico&Ca e EFACEC SA, no quadro do tecido empresarial.

Para a rede de inovação do Baixo Vouga na área tecnológica das *tecnologias dos materiais* (2000-2012), identificam-se 77 atores/instituições, grande parte das quais empresas (50 ativos, exemplos da F.O. Frederico&Ca, A. Henriques&Ca, Amorim Cork Composites SA, BASILIUS - Empresa Produtora de Calçado SA, Calzeus Calçado Lda, CIPADE - Indústria e Investigação de Produtos Adesivos SA, Indinor - Indústrias Químicas SA, JEFAR - Indústria de Calçado SA, Micropolis - Desenvolvimento e Produção de Polímeros em Pó SA, entre outras). Em relação às redes anteriores, verifica-se um aumento representativo de instituições e unidades de investigação e ensino superior, perfazendo a presença de 13 unidades na rede (Universidade de Aveiro, Universidade do Minho, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Instituto Politécnico de Bragança, Instituto Superior Técnico, entre outros). No que concerne às principais medidas de análise de redes sociais, a rede de inovação das *tecnologias dos materiais* do Baixo Vouga apresenta 77 nós, apresentando um menor número de ligações face à rede de *automação e robótica* (631 linhas/relações) (Quadro 4).

A distância geodésica máxima é de 6 (reflexo de um menor número de intervenientes face à rede global e maior face às redes de *energia* e *automação e robótica*), sendo o número médio

de graus de separação (2,07) superior ao verificado para as redes específicas anteriores (reflexo de um conjunto de relações mais diretas entre os intervenientes e atores da rede de inovação). Com um número de nós mais elevado, verifica-se uma menor densidade face à rede global, com cerca de 0,20, resultado do menor número de ligações existentes no campo das *tecnologias dos materiais*. No caso do grau médio, observa-se uma redução face à rede de inovação de automação e robótica, para 15,48, e na proximidade média um ligeiro aumento, para 0,08. No que se refere ao grau de intermediação médio constatou-se um aumento em relação às redes específicas anteriores, cimentando uma importância mais significativa dos atores intermédios desta rede de inovação (29,30).

No que se refere às medidas de centralidade da rede de inovação da área tecnológica das *tecnologias dos materiais*, as instituições com maior número de ligações diretas encontram-se nos campos dos institutos e unidades de investigação e ensino superior (Universidade de Aveiro, 54 ligações; Universidade do Minho, 46 ligações; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Instituto Politécnico de Bragança, 28 ligações) e das empresas (F.O. Frederico&Ca, A. Henriques&Ca, Amorim Cork Composites SA, BASILIUS SA, Calzeus Calçado Lda, CIPADE SA, COTRAPLA - Composição e Transformação de Plásticos Lda, Curtumes Aveneda Lda, entre outras, todas com valores acima de 25 ligações). Paralelamente, identificam-se casos pontuais de importância ao nível do número de ligações diretas em instituições de I&D (exemplos do INETI e CCG/ZGDV) e associações (casos do PIEP Associação - Polo de Inovação em Engenharia de Polímeros, com 31 ligações e da Associação Nacional das Indústrias de Vestuário e Confeção e Associação Portuguesa dos Industriais de Calçado, Componentes, Artigos de Pele e seus Sucedâneos, com 16 ligações).

Já no que diz respeito à centralidade de intermediação, as instituições com maior poder de intermediação nesta rede são os casos das Universidades de Aveiro e do Minho, da Durit - Metalurgia Portuguesa do Tungsténio Lda, DISTRIM 2 - Indústria, Investigação e Desenvolvimento Lda e Soporcel - Sociedade Portuguesa de Papel SA (empresas), do Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, do laboratório associado CICECO - Centro de Investigação em Materiais Cerâmicos e Compósitos e de institutos de I&D, exemplos do RAIZ - Instituto de Investigação da Floresta e Papel e do CCG/ZGDV.

Por último, analisou-se a rede de inovação na área tecnológica das *tecnologias de informação e comunicação (TIC)* que, excetuando a rede global (todas das áreas), é a que apresenta um maior número de atores/instituições (118), grande parte das quais empresas (87 ativos, exemplos da Meticube - Sistemas de Informação, Comunicação e Multimédia Lda, I-Zone -

Knowledge Systems SA, PROCESS.NET - Sistemas de Informação Lda, Media Primer - Tecnologias e Sistemas Multimédia Lda, PLUX - Wireless Biosignals SA, Portugal Telecom Inovação SA, Criavision Lda, EXATRONIC - Engenharia Electrónica Lda e Glintt HS - Healthcare Solutions SA). Em relação às redes anteriores, verifica-se um aumento de instituições e unidades de investigação e ensino superior, perfazendo a presença de 15 unidades na rede (Universidade de Aveiro, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidades do Minho, de Coimbra e Beira Interior, Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, entre outras) e o aparecimento de 3 empresas internacionais (DAS Photonics S.L., WiNetworks e Sigint Solutions Ltd), que reforçam processos de internacionalização especificamente nestas área tecnológica.

Relativamente às principais medidas de análise de redes sociais, a rede de inovação das *TIC* do Baixo Vouga (2000-2012) apresenta 118 nós e 1285 linhas/relações, traduzindo a maior rede de inovação numa área tecnológica específica (Quadro 4). A distância geodésica máxima é 5 (traduzindo um menor número de intervenientes face à rede global, expressa uma maior importância face às redes de *energia*, *automação e robótica* e *tecnologias dos materiais*), sendo o número médio de graus de separação de 1,94, valor inferior ao verificado para a rede global e também das *tecnologias dos materiais* (conjunto de relações menos diretas entre os intervenientes e atores das redes de inovação evidenciadas). Com um número de nós e relações mais elevado, verifica-se uma menor densidade face às redes específicas, com cerca de 0,17. No caso do grau médio, observa-se um aumento face à rede de inovação das tecnologias dos materiais para 19,44 e na proximidade média um ligeiro aumento para 0,09. O grau de intermediação médio aumenta significativamente face às redes anteriores, cimentando a importância dos atores intermédios nesta rede (42,06).

Em relação às medidas de centralidade da rede de inovação da área tecnológica das *tecnologias de informação e comunicação*, as instituições com maior número de ligações diretas encontram-se nos campos dos institutos e unidades de investigação e ensino superior (Universidade de Aveiro, 77 ligações; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 70 ligações; Universidade do Minho, 61 ligações; Universidade de Coimbra, 43 ligações), dos laboratórios associados (INOV/INESC, 56 ligações diretas; INESC Porto, 50 ligações; Instituto de Telecomunicações de Coimbra, 36 ligações), associações (Instituto Pedro Nunes, 43 ligações), institutos de I&D (CCG/ZGDV, 39 ligações; INEGI, 33 ligações) e das empresas (exemplos da Meticube Lda, I-Zone SA, PROCESS.NET Lda, Media Primer - Tecnologias e Sistemas Multimédia Lda, PLUX SA, Portugal Telecom Inovação SA,

Criavision Lda, EXATRONIC Lda e Glintt HS SA). No que se refere à centralidade de intermediação, as instituições com maior poder de intermediação nesta rede são as Universidades de Aveiro e do Minho, do Instituto de Telecomunicações de Aveiro, INESC Porto e INOV/INESC (laboratórios associados), bem como as empresas PT Inovação SA, AMI - Tecnologias para Transportes SA, PLUX - Wireless Biosignals SA, Meticube Lda, Glintt HS SA, Wavecom - Soluções Rádio SA, I-Zone SA e PROCESS.NET Lda.

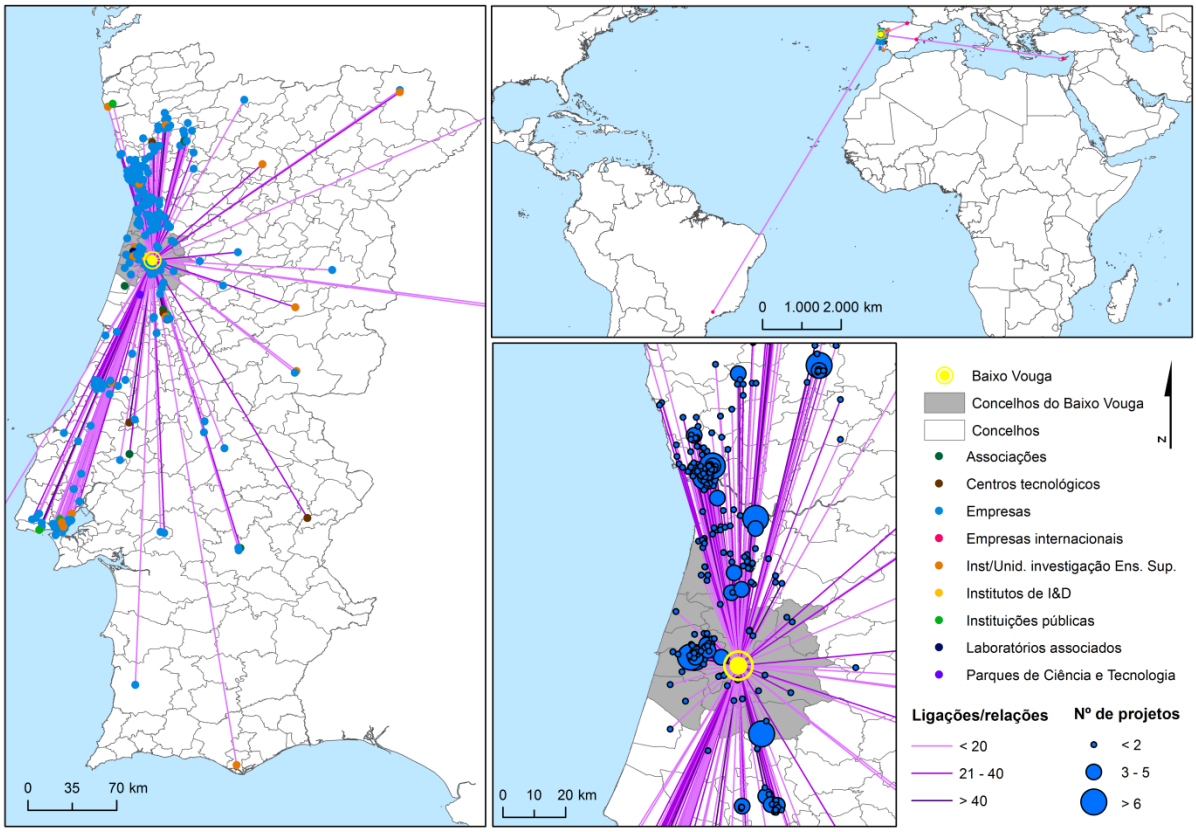


Figura 6: Rede de colaboração em projetos da Adi do Baixo Vouga entre 2000 e 2012

Fonte: Agência de Inovação (http://www.adi.pt/)

Um último aspeto que deve ter sido em conta tem que ver com a identificação das relações espaciais da rede de inovação global Baixo Vouga (2000-2012) (Figura 6). A tradução espacial desta rede de inovação deve ser analisada através da representação cartográfica de todas as unidades presentes na rede e das relações entre elas. A partir da georreferenciação dos atores da rede, com base no levantamento e introdução das coordenadas geográficas numa aplicação de SIG (*ArcInfo*), construiu-se uma matriz origem-destino utilizando-se ferramenta *spider diagram tools* do *ArcGis 10.2*. A análise evidencia que a maior parte das relações de

inovação traduzem interações em Portugal, embora existam casos de internacionalização com a integração nesta rede de 5 empresas internacionais (Das Photonics S.L, Doimak e Tekniker – Espanha; Sigint Solutions – Chipre; WiNetworks - Brasil). Considerando a rede de inovação do Baixo Vouga para todas as áreas tecnológicas (2000-2012), a tradução espacial traduz uma importância vincada das relações à escala nacional e regional. Pensando principalmente no primeiro dos casos, embora existam atores mais dispersos no território nacional (muitos deles associados a empresas "âncora" e a institutos e unidades de investigação e ensino superior), grande parte das instituições que integram a rede estabelecendo interações de inovação concentram-se nos principais territórios urbanos e urbano-industriais do Litoral do país e, em paralelo, com concelhos de proximidade da sub-região de estudo.

3. NOTAS FINAIS

Independentemente das diversas análises sistémicas e da tradução territorial da inovação, conhecimento e das unidades de I&D nas empresas, a interatividade dos agentes nos territórios locais/regionais deverá integrar diversos elementos existentes num determinado espaço e dinamizar relações que permitam um aumento da competitividade territorial de base inovadora, aprendente e criativa. Com efeito, no contexto das dinâmicas empresariais, institucionais, de inovação e de I&D, a integração dos fatores tangíveis e intangíveis deva ter como âncora a valorização das infraestruturas de I&D e de inovação e a solidificação das interações entre os diferentes atores, pressupostos essenciais para a valorização de dinâmicas de conhecimento e competitividade territorial e do reforço das redes de inovação em Portugal e no Baixo Vouga. Em paralelo às diferentes estratégias inovadoras, os processos de desenvolvimento territorial deverão integrar o contexto empresarial, económico, social e institucional e um grupo mais alargado de atores territoriais no sentido de valorizarem as redes de I&D, conhecimento e inovação sólidas e de forma pró-ativa.

Concomitantemente, as colaborações e parcerias entre universidades, institutos de I&D e inovação, laboratórios e empresas têm vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. O Baixo Vouga, através das suas unidades de investigação, inovação e ensino superior, tem contribuído para o alargamento da rede de inovação, com reflexos visíveis no aproveitamento económico desse conhecimento e inovação e no próprio desenvolvimento dos territórios. Numa perspetiva territorializada, o Baixo Vouga tem vindo a intensificar as suas relações com outros territórios, na sua maioria áreas urbanas e com um conjunto de infraestruturas

importantes para a promoção da inovação. Ao longo do período analisado, verificou-se que os projetos no âmbito dos apoios da Agência de Inovação (*AdI*), refletiram um aumento significativo das instituições/atores intervenientes, dos diferentes "nós" da rede, da sua densificação, a partir do aumento do número de relações/ligações e da solidificação de algumas das áreas tecnológicas mais importantes e mais associadas ao tecido empresarial e produtivo (*TIC, materiais, automação e robótica* e *energia*). O aumento da distância das ligações entre os nós da rede de inovação fortaleceu a sua abrangência institucional, setorial e espacial. Contudo, a fraca abertura ao exterior (visível pela reduzida presença de atores internacionais), indica uma relativa fragilidade desta rede de inovação, que é apenas capacitada pela combinação de redes de inovação locais/regionais.

Referências

Everton, S. (2004), A Guide For The Visually Perplexed: Visually Representing Social Networks, Stanford University, Stanford.

Gama, R., Fernandes, R., Barros, C. (2013), "Redes de I&D da Universidade de Coimbra: análise dos projetos de IC&DT financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT)", Atas do IX Congresso da Geografia Portuguesa, Évora, APG, pp. 241-246

Hansen, D., Shneiderman, B. e Smith, M. (2011), Analyzing Social Media Networks with NodeXL, Elsevier, EUA.

Küppers, G. e Pyka, A. (2002), The self-organization of innovation networks: introductory remarks in innovation networks. Theory and practice, Edward Elgar, Reino Unido.

Lemieux, V. e Ouimet, M. (2004), Análise Estrutural das Redes Sociais. Epistemologia e Sociedade, Instituto Piaget, Lisboa.

Pellegrin, I., Balestro, M., Junior, J. e Caulliraux, H. (2007), "Redes de inovação: construção e gestão da cooperação pró-inovação", Revista de Administração da Universidade de São Paulo. Vol. 42, nº 3, pp. 313-325.

Freeman, L. C., Roeder, D., Mulholland, R. R. (1979), "Centrality in Social Networks: II. Experimental Results", Social Networks, 2, pp. 119-141

Agência de Inovação - http://www.adi.pt/