



FÁTIMA VELEZ DE CASTRO,
JOÃO LUÍS FERNANDES
RUI GAMA

REDES, CAPITAL HUMANO E GEOGRAFIAS DA COMPETITIVIDADE

IMPRESA DA
UNIVERSIDADE
DE COIMBRA
COIMBRA
UNIVERSITY
PRESS

**AS REDES DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA. UMA ANÁLISE
AOS PROJETOS INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO (IC&DT)
FINANCIADOS PELA FUNDAÇÃO PARA A CIÊNCIA E
TECNOLOGIA (FCT)**

**KNOWLEDGE NETWORKS OF THE UNIVERSITY OF
COIMBRA. ANALYSIS OF THE FCT PROJECTS**

Cristina Barros

Bolsista 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

Rui Gama

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

Ricardo Fernandes

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

Resumo

A presente investigação privilegiou a análise de todos os projetos financiados pela FCT no âmbito dos concursos gerais, com o objetivo de compreender a evolução das redes de conhecimento e I&D da Universidade de Coimbra, tentando identificar as múltiplas escalas territoriais em que operam, as suas dimensões transdisciplinares e avaliar o seu impacto no território. Partindo da construção de uma base de dados para o período de 2000 e 2010 e recorrendo à metodologia de análise de redes sociais (*template Node XL - Microsoft Excel*), pretende-se analisar as redes de conhecimento e I&D de Coimbra, considerando as diferentes áreas científicas, as instituições proponentes e participantes e respetivos domínios científicos, os investimentos e os recursos humanos envolvidos. A análise é complementada com a compreensão das diferentes dinâmicas espaciais - local, regional, nacional e internacional, em que se verificam relações de colaboração científica. A representação espacial das relações institucionais fez-se através do *ArcMap* (ArcGis 10.2), tendo sido utilizada a ferramenta *spider tools*, a partir da construção de uma matriz origem-destino.

Palavras-chave: Redes de conhecimento, Projetos FCT; Unidades de I&D da Universidade de Coimbra; Desenvolvimento Regional.

Abstract

The research analyzed the projects funded by FCT under the open competitions in order to understand the evolution of knowledge and R&D networks of the University of Coimbra, trying to identify the multiple spatial scales in which they operate, their disciplinary dimensions and evaluate the their impact on the territory. Starting from the database for the years 2000 and 2010 and using the methodology of analysis of social networks (*template Node XL - Microsoft Excel*), it intends to analyze the networks of knowledge and R&D of Coimbra, considering the different scientific areas, applicants

and participants and their respective institutions scientific fields, investments and human resources involved.

The analysis is complemented by an understanding of the different spatial dynamics - local, regional, national and international, where there are scientific collaboration relations. The spatial representation of institutional relations was made through the ArcMap (ArcGIS 10.2), having been used the tool "spider tools" and a matrix origin-destination.

Key words: Knowledge networks, R&D FCT projects, R&D unities of the University of Coimbra, Regional Development

Notas Introdutórias

No quadro da crescente competitividade e concorrência entre os territórios, cidades e regiões, as estratégias de desenvolvimento passam por uma clara aposta em elementos capazes de gerar vantagens competitivas para os territórios, de que são exemplos a tecnologia, a inovação, o conhecimento e a I&D.

Em Portugal, o sistema científico e de conhecimento desenvolve-se fundamentalmente nas instituições de ensino superior e nas unidades de I&D que constituem os departamentos e institutos. Ao longo das últimas décadas, estas unidades têm vindo a reforçar a sua importância como agentes do conhecimento, inovação e empreendedorismo, com uma articulação cada vez mais profícua com o sistema tecnológico e empresarial.

Reconhecendo que a forte existência de instituições de ensino superior e institutos de I&D no território de Coimbra não assegura por si só uma aposta no conhecimento e na investigação científica e tecnológica, optou-se por tentar caracterizar este sistema através da análise dos projetos FCT em que participaram as instituições deste território.

De facto, os projetos desenvolvidos sob a égide da FCT, uma das principais fontes de financiamento e apoio à investigação científica, fornecem excelentes indicações sobre o sistema científico e tecnológico do país.

Neste sentido, afigura-se de especial importância analisar não apenas a configuração espacial na distribuição dos projetos de IC&DT apoiados pela FCT, mas também compreender as ações de cooperação institucional entre as diferentes instituições do sistema científico e tecnológico, tanto nacional como internacional.

Partindo de uma abordagem ao nível da metodologia de análise de redes sociais, pretende-se conhecer e caracterizar as redes de colaboração científica e tecnológica do território de Coimbra. Para tal, recolheu-se a informação relativa a todos os projetos FCT entre 2000 e 2010 que envolveram a participação de instituições de Coimbra, e através do *template Node XL (Microsoft Excel)* fez-se a representação em grafos das relações institucionais das unidades envolvidas nos projetos. A interpretação das medidas resultantes deste tipo de análise permite caracterizar a configuração das redes de cooperação institucional, optando-se por fazer uma leitura ao nível de quatro categorias científicas (ciências da vida e da saúde, ciências exatas e da engenharia, ciências naturais e do ambiente e ciências sociais e humanidades).

A análise é complementada com a compreensão das diferentes dinâmicas espaciais - local, regional, nacional e internacional, em que se operam relações de colaboração na produção, difusão e aplicação do conhecimento científico.

A leitura das redes de colaboração científica constitui um excelente indicador para o delinear das políticas públicas, no sentido de reconhecer importância às redes existentes e fomentar o aparecimento de novas redes. Estas deverão ser vistas como mais-valias para a produção e difusão do conhecimento científico, capazes de promover processos de inovação determinantes para o desenvolvimento e aumento da capacidade competitiva dos territórios.

Redes de conhecimento, I&D e desenvolvimento regional: as universidades e instituições de ensino superior

Nos últimos anos, o delinear de estratégias de desenvolvimento ao nível europeu, mas também ao nível nacional, tem consagrado especial importância à ciência, investigação, desenvolvimento e inovação.

A realização dos objetivos da Estratégia Europa 2020 de crescimento inteligente, sustentável e inclusivo está dependente da investigação e inovação enquanto motores essenciais de prosperidade social e económica e de sustentabilidade ambiental (CE 9/2/2011). Ao nível do crescimento inteligente, a aposta na educação, na investigação e na inovação é aquela que garante, a prazo, o maior retorno do investimento, em termos de ganhos de produtividade, assegurando, também, a necessária capacidade de adaptação dos recursos humanos aos novos desafios económicos que se vão colocando (CE 3/3/2010). Neste sentido, a União Europeia encoraja os Estados-Membros a reformar os sistemas nacionais (e regionais) de I&D e inovação para promover a excelência e a especialização inteligente, reforçar a cooperação entre as universidades, a investigação e as empresas, recorrer a programas conjuntos e estimular a cooperação transfronteiriça em áreas em que a UE proporciona valor acrescentado, adaptando os procedimentos nacionais de financiamento em conformidade, com vista a assegurar a difusão da tecnologia em todo o território da UE (CE 3/3/2010).

Através do 7º Programa Quadro de Investigação e Desenvolvimento (2007-2013), a Comissão Europeia tem vindo a financiar a investigação e as redes de conhecimento científico. Neste contexto, as universidades, os centros de investigação, as firmas multinacionais, as autoridades regionais e as PME's são encorajadas a estabelecer redes de cooperação, fortalecendo as suas capacidades e potencial de investigação.

Em Portugal, os vários programas políticos para a ciência e tecnologia têm reconhecido a importância do reforço no investimento na ciência e I&D como determinantes para o desenvolvimento económico e social. De entre algumas linhas de orientação seguidas nos últimos anos, salientam-se: “a) o reforço da internacionalização e da participação de Portugal nos grandes organismos internacionais de I&D, com vista a assegurar níveis de qualidade segundo padrões internacionais; b) a promoção de projetos de investigação científica e tecnológica de elevada qualidade internacional, num quadro de estabilidade e rigor de avaliação, contemplando projetos orientados para temas de interesse público e associados ao reforço da capacidade de participação nos grandes organismos científicos internacionais” (MCES, 2002).

No ano de 2006 foi lançada a iniciativa Compromisso com a Ciência para o Futuro de Portugal (MCTES, 2006), sendo que uma das grandes medidas passava pela “criação da rede de parcerias internacionais de C&T de grande dimensão, compreendendo instituições de ensino superior e de investigação, assim como empresas, em associação com organizações científicas internacionais, universidades estrangeiras e outras entidades científicas e tecnológicas de topo”.

O próprio Programa do XIX Governo Constitucional (PCM, 2011) reconhece que a ciência em Portugal representa uma das raras áreas de progresso sustentado no país, tendo vindo a dar provas inequívocas de competitividade internacional, nomeadamente através da atração de investimentos estrangeiros significativos em investigadores e instituições nacionais.

Deste modo, é reconhecido que as universidades e institutos de ensino superior são os maiores produtores de conhecimento, sendo este encarado como um novo fator de produção (Gibbons *et al*, 1994). Num mundo globalizado, marcado pela crescente competitividade, as universidades têm vindo a alterar as suas estratégias de afirmação, ajustando novas formas de competição e colaboração, criando um novo sistema de produção de conhecimento.

Se no passado as barreiras geográficas e linguísticas limitavam em grande parte a difusão do conhecimento, na atualidade, e beneficiando dos avanços das TIC, as relações entre investigadores, universidades e unidades de I&D vão-se intensificando, no sentido da passagem da colaboração local para a colaboração global. Segundo Andersson *et al* (1993), existe uma reconstrução espacial do mundo científico, criando-se redes mais amplas e globais onde ocorrem trocas de informação, participação em eventos científicos internacionais, partilha de experiências, colaborações em projetos e publicações em coautoria.

As parcerias e colaborações entre universidades, instituições públicas e empresas, o designado *Triple Helix* (Etzkowitz, 2008), são cada vez mais valorizadas no processo de produção e valorização do conhecimento. Neste contexto, as universidades detêm um papel fundamental, quer como fornecedores de capital humano, quer como origem de novas empresas. Para Etzkowitz *et al* (2000) a Universidade assume uma nova função ligada ao empreendedorismo, englobando uma série de atividades empreendedoras: promover o desenvolvimento

económico regional, encorajar e recompensar os membros das faculdades que forneçam assistência técnica ou de gestão a empresas na região, comercializar a investigação, fornecer assistência à criação de empresas de base tecnológica e participar nos investimentos das novas empresas resultantes do conhecimento gerado nas universidades (Goldstein, 2010).

A importância das redes do conhecimento científico é visível pelo seu alargamento a uma escala global, percorrendo novos canais de circulação da informação e do conhecimento e novas plataformas de afirmação, deixando de ser a distância geográfica um obstáculo.

De facto, as redes de conhecimento científico entre investigadores e instituições são encaradas como a melhor aposta para a produção e difusão do conhecimento, ao criar parcerias entre universidades, institutos de ensino superior, laboratórios, centros de I&D e empresas. Muitas vezes, estas parcerias são responsáveis pela criação de novas empresas, que acabam por comercializar os novos produtos, reconhecendo-se aqui a importância da valorização económica do conhecimento.

É neste sentido que os diferentes programas da União Europeia e as iniciativas criadas pelos governos nacionais tentam aprofundar as condições para a promoção das redes de conhecimento científico, uma aposta estratégica para o fomento da inovação e desenvolvimento económico dos territórios.

Unidades e dinâmica de I&D da universidade de coimbra. Participação em projetos da FCT

As universidades e instituições de ensino superior são elementos fundamentais para a dinamização das cidades e regiões e para a criação de estratégias renovadas de desenvolvimento, quer a partir das dimensões do ensino e formação de recursos humanos, quer a partir das diferentes unidades de I&D que constituem os departamentos e institutos (Fernandes, 2008). Ao nível nacional, destacam-se três importantes polos universitários, que centralizam a maior parte da oferta ao nível do ensino superior, bem como

da presença de unidades associadas de investigação e inovação. Deste modo, dos 328 estabelecimentos de ensino superior em 2013, 91 estão localizados em Lisboa, 62 no Porto e 24 em Coimbra (Observatório para a Ciência e Ensino Superior).

A estratégia das universidades e unidades de I&D institucionais tem assentado, na última década, de forma evidente na valorização dos apoios da política de ciência e tecnologia no quadro dos projetos investigação científica e desenvolvimento tecnológico (IC&DT). A Universidade de Coimbra não tem sido exceção, e ao longo dos últimos anos tem vindo a intensificar a participação em inúmeros projetos de I&D, através dos seus centros de investigação (84), unidades de ensino e investigação (12) e laboratórios associados (3).

Neste contexto é reconhecido o papel da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), enquanto agente de desenvolvimento de apoio à I&D, ao assumir um papel central no funcionamento do sistema científico e tecnológico português, com reflexos na solidificação de trajetórias de investigação científica, e com consequências no desenvolvimento territorial.

A estratégia de investigação privilegiou a análise de todos os projetos financiados pela FCT para o período de 2000 a 2010 no âmbito dos concursos gerais, considerando as diferentes áreas e domínios científicos, as instituições proponentes e participantes, os investimentos e os recursos humanos. Para a presente análise, considerou-se apenas os projetos com a participação de instituições localizadas em Coimbra, sendo que a grande parte corresponde a instituições e unidades com ligação à Universidade de Coimbra.

Durante este período as instituições de Coimbra participaram em 1057 projetos (13,7% do total de projetos FCT) e envolveram 9431 pessoas¹ (15,4%). Considerando o número de projetos por domínio científico, verifica-se uma importância destacada das ciências exatas e da engenharia (43,3%) e

¹ Este valor é independente do número de projetos em que cada um possa participar, e trata-se de um valor provisório uma vez que a FCT não dispõe dos elementos de identificação de todos os bolsheiros contratados no decorrer dos projetos.

das ciências da vida e da saúde (22,0%). Apresentando valores semelhantes, as ciências naturais e do ambiente (17,4%) e as ciências sociais e humanidades (17,2%) determinam uma menor participação das instituições de Coimbra na investigação nestas áreas científicas (Quadro 1).

Quadro 1. Projetos, financiamento, participantes e formas de participação das instituições de Coimbra em projetos FCT, entre 2000 e 2010

Domínios científicos	Participação em projetos		Financiamento		Participantes		Instituição Proponente		Unidade de investigação principal		Instituição participante	
	Nº	%	Euros (€)	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Ciências da vida e da saúde	233	22,0	25.389.747,0	25,0	2075	22,0	188	24,2	190	24,4	98	24,3
Ciências exatas e da engenharia	458	43,3	39.996.722,8	39,5	4045	42,9	338	43,6	350	45,0	151	37,4
Ciências naturais e do ambiente	184	17,4	21.230.364,9	20,9	1853	19,6	115	14,8	100	12,9	83	20,5
Ciências sociais e humanidades	182	17,2	14.761.226,7	14,6	1458	15,5	135	17,4	138	17,7	72	17,8
Total	1057	100	101.378.061,4	100	9431	100	776	100	778	100	404	100

Fonte: FCT (www.fct.mctes.pt)

Em termos do total de projetos de I&D financiados pela FCT neste horizonte temporal, Coimbra apresenta um peso de 10% na participação como instituição proponente, revelando uma centralidade na investigação científica a nível nacional. Paralelamente à participação de instituições de Coimbra como instituições proponentes ou de investigação principal, verificaram-se outras 404 participações de instituições de Coimbra, uma vez mais com um peso preponderante das ciências exatas e da engenharia (37,4%) e das ciências da vida e saúde (24,3%). Relativamente aos projetos com a participação de instituições de Coimbra, o concelho de Coimbra apresenta um peso significativo de 73,4% na participação como instituição proponente (cerca de 776 projetos), revelando uma centralidade na investigação científica à escala sub-regional. Seguidamente, mesmo com parcerias e efeito de rede no território sub-regional, as instituições de Coimbra participaram igualmente em projetos FCT de instituições de I&D com localização em Lisboa (10,7%), Aveiro (5,0%), Porto (4,6%) e Braga (3,2%), entre outras (Quadro 2 e Figura 1).

Quadro 2. Projetos e financiamento dos projetos com a participação de Coimbra, entre 2000 e 2010, segundo localização da instituição de investigação proponente

Unidades territoriais	Instituição de Investigação Proponente (Projetos FCT em Coimbra)			
	Projetos		Financiamento	
	Nº	%	Euros	%
Açores	2	0,2	168.513,0	0,2
Aveiro	53	5,0	5.328.669,8	5,3
Beja	1	0,1	180.000,0	0,2
Braga	34	3,2	3.522.697,8	3,5
Cantanhede	3	0,3	483.101,0	0,5
Coimbra	776	73,4	71.969.917,6	71,0
Covilhã	2	0,2	200.400,0	0,2
Évora	7	0,7	618.891,0	0,6
Faro	5	0,5	298.481,0	0,3
Lisboa	113	10,7	12.208.955,0	12,0
Madeira	2	0,2	274.699,5	0,3
Matosinhos	1	0,1	75.000,0	0,1
Oeiras	2	0,2	198.000,0	0,2
Paredes	1	0,1	85.000,0	0,1
Porto	49	4,6	5.225.612,8	5,2
Tomar	3	0,3	322.185,0	0,3
Vila Real	2	0,2	87.200,0	0,1
Viseu	1	0,1	130.738,0	0,1
Total	1057	100	101.378.061,4	100

Fonte: FCT (www.fct.mctes.pt)

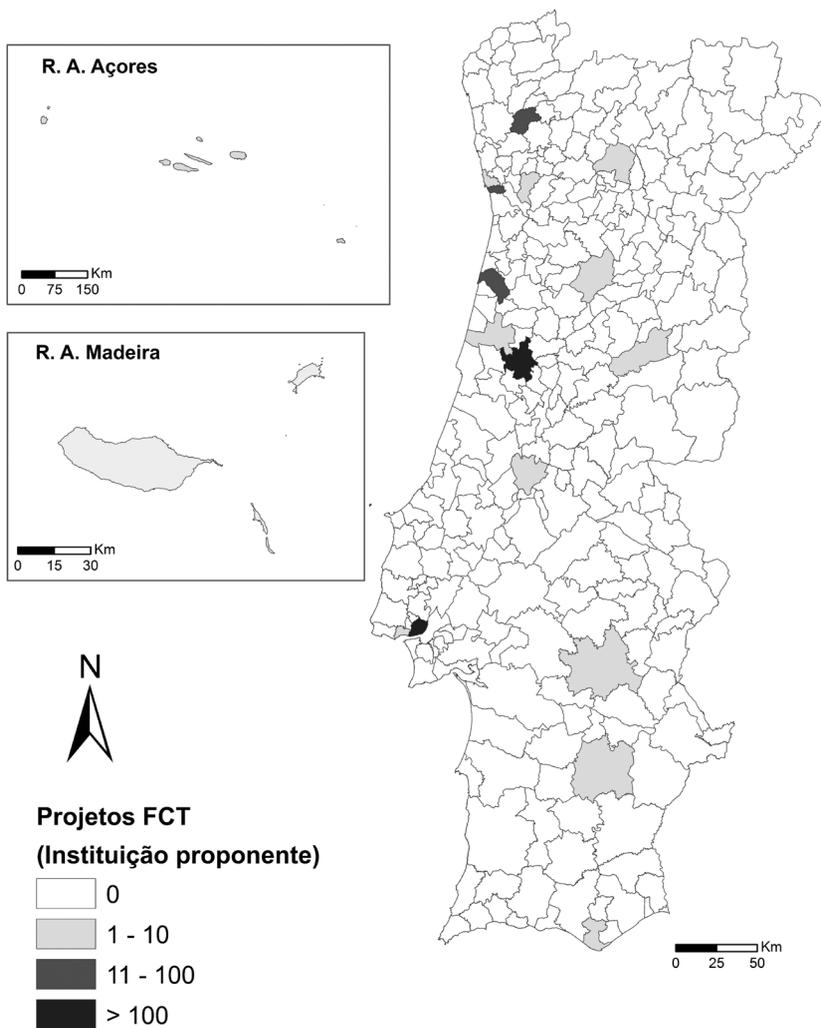
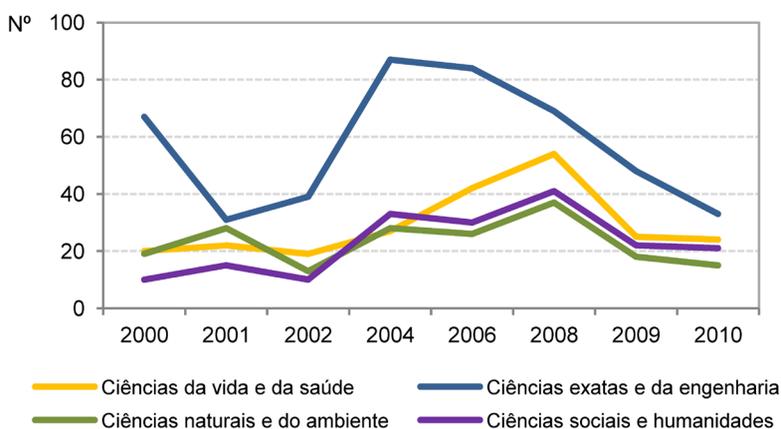


Figura 1. Projetos FCT com a participação de instituições de Coimbra, entre 2000 e 2010, segundo localização da instituição de investigação proponente

A participação das instituições de Coimbra não se fez de forma homogénea ao longo dos anos, coincidindo esta participação com os períodos de maior ou menor volume de financiamento (Figura 2 e Quadro 3). De facto, os anos de 2008, 2006 e 2004 foram aqueles que apresentaram um maior número projetos com a participação de instituições de Coimbra (201, 182 e 175, a que correspondeu 14,3%, 13,0% e 13,4% do total de projetos a nível nacional).

Figura 2. Evolução do número de projetos FCT, por domínio científico, com a participação das instituições de Coimbra, entre 2000 e 2010



Fonte: FCT (www.fct.mctes.pt)

A tendência observada para os anos mais recentes traduz uma diminuição expressiva no número de projetos, (-108 projetos entre 2008 e 2010, correspondendo a -53,7%), refletindo a mesma diminuição observada a nível nacional (-772 projetos, correspondendo a -55,1%) para o mesmo período, como resultado da progressiva diminuição de financiamento no quadro da atual conjuntura económico-financeira do país. Esta situação deverá motivar uma séria reflexão, uma vez que, após um período de investimento e reforço do sistema científico nacional, assiste-se a uma situação de quebra e de diminuição no apoio aos projetos de investigação científica e desenvolvimento tecnológico (IC&DT),

com reflexos nefastos ao nível da perda de competitividade das instituições científicas, essenciais para o desenvolvimento e progresso económico do país.

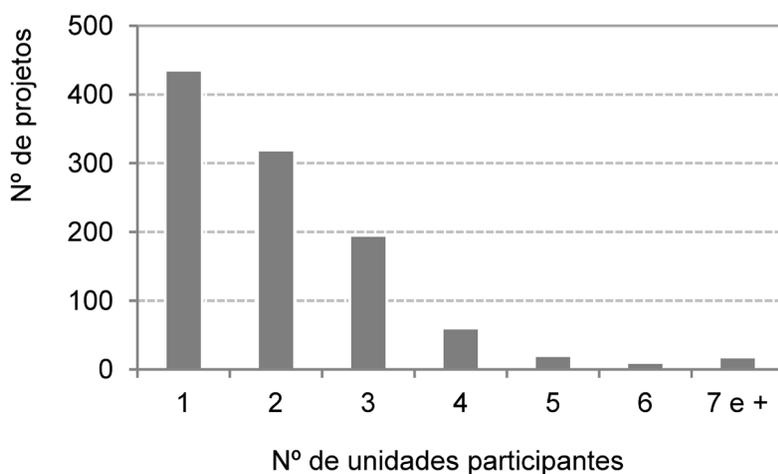
Quadro 3. Evolução do número de projetos, financiamento e participantes por domínio científico que envolveram as instituições de Coimbra, e respetivo peso em relação ao total dos projetos FCT

Anos	Domínio científico	Projetos		Financiamento		Participantes		Instituições participantes	
		Nº	% do total	Euros (€)	% do total	Nº	% do total	Nº	% do total
2000	Ciências da vida e da saúde	20	13,3	1.401.228,02	10,6	162	15,0	25	11,8
	Ciências exatas e da engenharia	67	16,0	3.754.820,82	15,3	585	18,5	125	18,1
	Ciências naturais e do ambiente	19	13,3	1.393.416,87	10,6	159	12,5	45	14,7
	Ciências sociais e humanidades	10	7,5	582.709,71	7,5	81	7,7	13	6,6
	Total	116	13,7	7.132.175,42	12,2	987	15,0	208	14,8
2001	Ciências da vida e da saúde	22	14,5	1.704.969,00	14,3	184	17,1	45	18,8
	Ciências exatas e da engenharia	31	10,0	1.754.722,00	8,4	265	12,2	58	12,2
	Ciências naturais e do ambiente	28	16,7	2.349.099,00	17,8	244	18,2	71	20,3
	Ciências sociais e humanidades	15	11,0	806.395,00	9,0	89	9,9	25	12,9
	Total	96	12,5	6.615.185,00	12,0	782	14,3	199	15,8
2002	Ciências da vida e da saúde	19	16,8	1.523.011,00	18,1	142	20,4	28	18,4
	Ciências exatas e da engenharia	39	14,5	2.219.862,00	14,5	337	16,8	65	15,9
	Ciências naturais e do ambiente	13	9,4	1.161.909,00	10,7	136	11,6	36	13,0
	Ciências sociais e humanidades	10	9,5	663.080,00	11,3	64	10,3	21	14,2
	Total	81	12,9	5.567.862,00	13,8	679	15,1	150	15,2
2004	Ciências da vida e da saúde	27	12,8	2.088.764,00	12,9	235	18,4	56	17,5
	Ciências exatas e da engenharia	87	14,6	5.504.434,00	14,7	648	15,9	156	15,6
	Ciências naturais e do ambiente	28	10,9	2.121.418,00	11,6	240	13,6	60	12,4
	Ciências sociais e humanidades	33	13,5	1.597.168,00	13,8	196	12,4	57	15,4
	Total	175	13,4	11.311.784,00	13,5	1.319	15,2	329	15,1
2006	Ciências da vida e da saúde	42	20,0	5.315.944,00	19,9	432	26,4	81	22,5
	Ciências exatas e da engenharia	84	14,3	8.752.781,00	14,5	838	16,8	176	15,5
	Ciências naturais e do ambiente	26	8,3	3.732.920,00	9,2	305	10,4	72	10,6
	Ciências sociais e humanidades	30	10,4	2.657.464,00	10,8	218	9,3	61	12,0
	Total	182	13,0	20.459.109,00	13,5	1.793	15,1	390	14,5
2008	Ciências da vida e da saúde	54	21,6	7.249.618,00	19,8	526	26,5	108	24,2
	Ciências exatas e da engenharia	69	13,2	9.054.388,00	13,6	668	15,0	140	14,1
	Ciências naturais e do ambiente	37	10,4	6.079.747,00	11,0	432	12,0	103	12,8
	Ciências sociais e humanidades	41	15,0	4.472.888,00	17,4	420	16,9	106	20,0
	Total	201	14,3	26.856.641,00	14,6	2.046	16,3	457	16,5
2009	Ciências da vida e da saúde	25	16,9	2.908.352,00	14,8	180	16,5	46	16,8
	Ciências exatas e da engenharia	48	16,9	5.448.838,00	17,0	422	17,8	90	16,9
	Ciências naturais e do ambiente	18	10,5	2.721.872,00	10,7	174	11,1	49	12,0
	Ciências sociais e humanidades	22	13,5	2.214.977,00	15,9	209	15,7	60	18,7
	Total	113	14,8	13.294.039,00	14,6	985	15,5	245	16,0
2010	Ciências da vida e da saúde	24	21,4	3.197.861,00	21,5	214	26,0	45	20,9
	Ciências exatas e da engenharia	33	14,2	3.506.877,00	15,1	282	15,2	65	15,2
	Ciências naturais e do ambiente	15	11,4	1.669.983,00	9,6	163	12,7	52	16,6
	Ciências sociais e humanidades	21	13,7	1.766.545,00	14,8	181	13,7	67	22,0
	Total	93	14,8	10.141.266,00	15,0	840	15,9	229	18,1
Total	Ciências da vida e da saúde	233	17,3	25.389.747,02	17,2	2075	21,5	434	19,6
	Ciências exatas e da engenharia	458	14,2	39.996.722,82	14,3	4045	16,1	875	15,5
	Ciências naturais e do ambiente	184	11,0	21.230.364,87	11,0	1853	12,4	488	13,5
	Ciências sociais e humanidades	182	12,2	14.761.226,71	13,4	1458	12,5	410	16,0
	Total	1057	13,7	101.378.061,42	13,8	9431	15,4	2207	15,7

Ao nível do número de participantes², à semelhança do verificado para o número de projetos, observa-se um aumento deste número até ao ano de 2008, ano em que se verificaram mais participantes (2046), sendo que a partir deste ano, a tendência foi de decréscimo (para 840 participantes) no ano de 2010.

Um outro aspeto que merece destaque diz respeito ao número de unidades participantes por projeto³ (Figura 3). Dos 1057 projetos em análise, cerca de 41,2% (435 projetos) teve apenas uma unidade de investigação participante, o que deixa antever uma grande percentagem de projetos em que não ocorreram parcerias ao nível científico.

Figura 3. Distribuição dos projetos com a participação das instituições de Coimbra, de acordo com o número de unidades participantes



² Corresponde ao número de participantes (investigadores responsáveis, investigadores, colaboradores) de todas as unidades com as quais as instituições de Coimbra estabeleceram relação através dos projetos de I&D e C&T. Por não existir informação desagregada ao nível da instituição, não se consegue ter informação relativa ao número de participantes que desenvolvem a sua atividade em Coimbra.

³ Por uma questão metodológica, e por se considerar que na maior parte dos casos a unidade proponente corresponde à unidade de investigação principal, optou-se para este ponto considerar apenas a unidade de investigação principal.

Apresentando valores significativos, cerca de 30,2% dos projetos (319) tiveram a participação de duas unidades e cerca de 18,4% (195) contaram com a colaboração de três unidades de investigação. Com valores menos expressivos, salientam-se os projetos com 4, 5, 6 e 7 e mais unidades de investigação participantes (5,7%, 1,9%, 0,9% e 1,7%).

As redes de conhecimento e I&D de Coimbra

Análise de redes sociais

Reconhecendo que os projetos de I&D financiados pela FCT fomentam as parcerias entre universidades, laboratórios, unidades de investigação e empresas nacionais e internacionais, recorreu-se à metodologia de análise de redes sociais, baseada na teoria dos grafos. Esta metodologia permite compreender as ligações entre os atores ou grupos intervenientes e as implicações dessas ligações para a estrutura e dinâmica da rede.

A rede é constituída por um conjunto de pontos ou nós ligados por linhas. Cada ponto representa um ator (indivíduo, grupo, instituição, empresa), sendo que as linhas mostram a relação entre os atores, podendo indicar a direção da relação (direta, indireta), e até mesmo a intensidade da mesma.

A aplicação desta metodologia ao presente estudo, permitiu representar e analisar a rede de colaboração científica das instituições de Coimbra com as outras instituições nos 1057 projetos identificados para o período 2000-2010 (Figura 4). Nesta análise, os pontos representam cada uma das instituições, ligados por linhas ou conexões sempre que existam relações de colaboração institucional. A recolha da informação foi feita projeto a projeto através da informação disponível no sítio internet da FCT, permitindo construir uma base de dados, com informação sobre cada projeto, respetivas instituições intervenientes, bem como a localização geográfica de cada uma.

Posteriormente, a partir do *template NodeXL (Microsoft Excel)*, elaborou-se uma matriz de relações das instituições participantes em cada projeto.

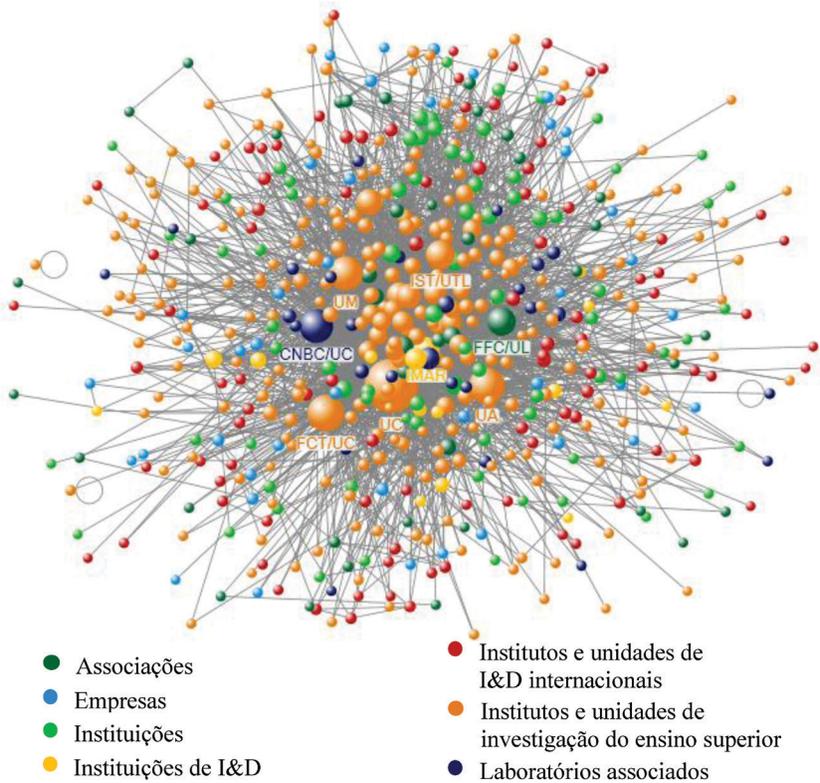
Este *template* permite a construção de grafos a partir de diversos algoritmos, tendo sido escolhido o algoritmo de *Fruchterman-Reingold*, que tem como principais objetivos distribuir os vértices igualmente no espaço disponível, minimizar o cruzamento de arestas, deixar o tamanho das arestas uniforme e fornecer simetria ao grafo (Smith *et al*, 2009). Para tal, este algoritmo 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). Em suma, no que se refere à representação da rede a partir desta ferramenta, os pontos representam cada uma das instituições, ligados por linhas que existam relações de colaboração institucional.

A rede de colaboração institucional de Coimbra assume uma grande complexidade no período considerando (englobando cerca de 553 instituições relacionadas), sendo evidente que o maior número de pontos ou nós corresponde a institutos e unidades de investigação do ensino superior (252 instituições, correspondendo a 45,6%), seguido pelos institutos e unidades de I&D internacionais (96, cerca de 17,4%) e pelas instituições públicas (77, 13,9%). As associações e empresas presentes nesta rede correspondem a 42 unidades cada (correspondendo a 7,6%). Por fim, os laboratórios associados e instituições de I&D presentes nesta rede correspondem a um conjunto de unidades com menores quantitativos, com 29 e 15 instituições, respetivamente (Quadro 4 e Figura 4).

Quadro 4. Categoria das instituições (nós) da rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, por domínio científico

Categoria da Instituição	Rede Total		Ciências da Vida e da Saúde		Ciências Exatas e Engenharias		Ciências Naturais e do Ambiente		Ciências Sociais e Humanidades	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Associações	42	7,6	11	8,0	12	5,2	19	10,7	16	7,9
Empresas	42	7,6	3	2,2	30	12,9	7	3,9	3	1,5
Instituições públicas	77	13,9	26	18,8	14	6,0	21	11,8	43	21,3
Institutos de I&D	15	2,7	5	3,6	11	4,7	7	3,9	4	2,0
Inst/unid. de I&D internacionais	96	17,4	16	11,6	34	14,6	31	17,4	21	10,4
Inst/unid. de investigação ensino superior	252	45,6	66	47,8	113	48,5	84	47,2	105	52,0
Laboratórios associados	29	5,3	11	8,0	19	8,2	9	5,1	10	5,0
Total	553	100	138	100	233	100	178	100	202	100

Figura 4. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, entre 2000 e 2010



Na metodologia de análise de redes sociais são valorizadas as medidas que procuram caracterizar a estrutura da rede e as relações entre os elementos (Quadro 5). De acordo com a classificação de Baur *et al* (2009), as medidas podem ser agrupadas ao nível da rede, dos elementos e dos grupos. Num primeiro momento, a presente rede de conhecimento e I&D, centrada nos projetos FCT em Coimbra para todos os domínios científicos, é constituída por 553 nós (*vertices*, que correspondem a instituições de I&D proponentes e/ou participantes) e cerca de 2419 linhas/relações (*edges*).

Quadro 5. Medidas de análise da rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra

Medidas	Rede Total	Ciências da vida e da saúde	Ciências exatas e da engenharia	Ciências naturais e do ambiente	Ciências sociais e humanidades
Nº de nós	553	138	233	178	202
Nº de linhas/relações	2419	712	1439	1079	879
Distância geodésica máxima	5	6	5	6	6
Número médio de graus de separação	2,62	2,81	2,53	2,51	2,55
Densidade	0,015	0,042	0,030	0,048	0,033
Grau médio	8,74	6,03	7,18	8,57	6,79
Proximidade média	0,001	0,003	0,002	0,002	0,037
Intermediação média	447,5	123,47	178,92	135,04	141,98
Coefficiente médio de clusterização	0,75	0,76	0,76	0,77	0,74

Ao nível da análise da rede são aplicadas medidas para analisar a estrutura global da rede, como sendo a distância geodésica, o número médio de graus de separação e a densidade. A distância geodésica máxima corresponde à distância mais longa de um nó a outro, sendo que para esta rede apresenta o valor de 5. O número médio de graus de separação, ou seja, o número médio de nós que separa cada instituição de uma outra, é de 2,62.

A densidade varia entre 0 e 1 e indica o grau de conexão dos vértices ou nós na rede, sendo calculada pela divisão do número total de ligações pelo número máximo de ligações possíveis. Quanto mais nós estiverem conectados de forma direta a outros nós, maior é a densidade. Neste caso, a rede apresenta o valor de 0,015 como resultado da presença de um elevado número de instituições.

Na análise ao nível dos elementos são valorizadas as medidas de centralidade (Freeman, 1979), que determinam a importância relativa de um vértice no grafo: centralidade de grau (*Degree Centrality*), centralidade de proximidade (*Closeness Centrality*) e centralidade de intermediação (*Betweenness Centrality*).

O grau médio corresponde ao número médio de nós (instituições) aos quais cada nó (instituição) da rede se encontra ligado. Esta rede apresenta um valor elevado (8,74), indicando uma rede alargada com muitas interações entre as instituições.

A proximidade é uma medida que assenta na distância geodésica, ou seja, no comprimento do caminho mais curto que liga dois atores (Lemieux *et al*, 2004). Simboliza a proximidade de cada instituição a todas as outras com as quais estabelece relação. A proximidade média apresenta um valor muito baixo (0,001), refletindo uma grande proximidade de cada instituição a todas as outras com as quais se encontra ligada.

A intermediação é outra medida de centralidade que permite medir o grau de extensão na qual um nó se encontra situado entre os outros nós da rede, sendo importante para aferir o prestígio das instituições e a sua capacidade para aceder e controlar o fluxo de informação pela posição intermediária que ocupam. Segundo Lemieux *et al* (2004), quanto mais um ator se encontrar numa posição intermediária, ou seja, quanto mais se encontrar 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 esses atores. Nesta rede o valor médio é de 447,5, o que revela uma grande importância dos atores intermediários na rede.

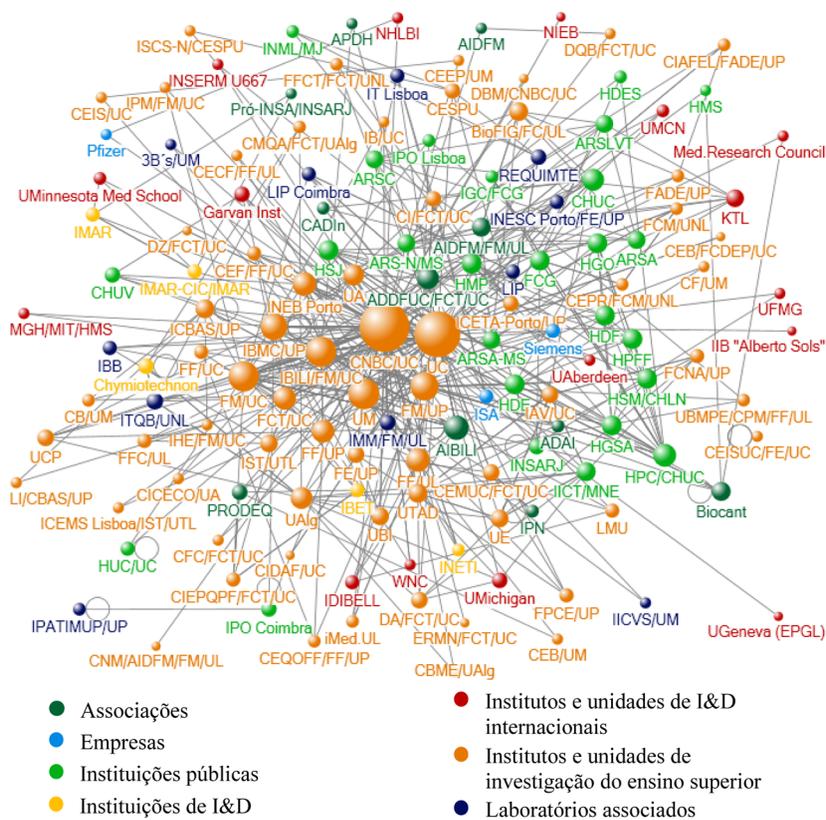
Por fim, ao nível da análise dos grupos, foi destacado o coeficiente de *clustering* que quantifica quão conectado está um determinado vértice com os seus vizinhos (Hansen *et al*, 2011). Neste caso, em virtude da presença de muitas instituições, o valor médio é de 0,75.

As ciências da vida e da saúde assumem uma importância fundamental na estrutura de conhecimento e I&D no território de Coimbra. As fortes ligações entre a universidade de Coimbra, os hospitais da universidade e as unidades de I&D no campo da saúde, contribuíram para a aposta crescente na investigação científica nesta área, assim como para o aparecimento de novas empresas e novas relações institucionais com outros polos de conhecimento e inovação (Figura 5). A rede de colaboração nesta área científica apresenta um total de 138 instituições, sendo que as instituições e unidades do ensino superior assumem uma maior relevância (66), em seguida as instituições públicas (26), as unidades internacionais (16), as associações (11) e os laboratórios associados (10).

No que concerne às medidas de análise de redes sociais, a rede das ciências da vida e da saúde apresenta, quando comparada com as restantes redes (*vide* Quadro

5), um menor número de nós, assim como um menor número de linhas/relações. A distância geodésica máxima é de 6, sendo semelhante à observada na rede das ciências naturais e do ambiente e na rede das ciências sociais e humanidades.

Figura 5. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, na área de ciências da vida e da saúde, entre 2000 e 2010, segundo a medida de centralidade de grau



O número médio de graus de separação assume o valor de 2,81, sendo ligeiramente superior ao verificado nas restantes redes, o que indica que nesta rede, as instituições não apresentam relações tão diretas como nas restantes.

Em relação ao grau médio, o seu valor também é inferior, justificando-se este valor pelo menor número de instituições presentes nesta rede.

Uma última nota para o grau de intermediação médio, uma vez que este assume um valor inferior comparativamente às restantes redes em análise, o que indica uma menor importância dos atores intermédios presentes na rede.

Ao nível da análise das redes sociais, e justificando a pertinência do estudo da rede de relações das instituições de Coimbra, importa neste sentido, analisar algumas medidas relativas aos elementos (nós) presentes na rede das ciências da vida e da saúde.

No que concerne às medidas de centralidade (grau, proximidade e intermediação), destacam-se algumas instituições de Coimbra, cujos valores merecem aqui destaque. A medida de centralidade de grau, ao medir o número de conexões diretas de cada ator no grafo, dá excelentes indicações sobre a importância das relações de cada uma das instituições com as restantes. Em destaque surge o Centro de Neurociências e Biologia Celular (CNBC/UC) com 62 conexões diretas, seguindo-se a própria Universidade de Coimbra (52), o Instituto Biomédico de Investigação da Luz e Imagem (IBILI) e a Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC), com 22 conexões e a Associação para a Investigação Biomédica e Inovação em Luz e Imagem (AIBILI) com 14 conexões diretas. Nesta rede merece ainda realce o Hospital Pediátrico de Coimbra (HPC/CHUC), a Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UC), o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC) e a Associação para o Desenvolvimento do Departamento de Física da Universidade de Coimbra (ADDFUC/FCT/UC), com respetivamente 12, 12, 11 e 11 ligações diretas. Estas instituições, por apresentarem uma grande quantidade de contactos diretos, beneficiam de uma maior centralidade, sendo consideradas como as mais populares da rede.

A centralidade de proximidade, baseada no comprimento do caminho mais curto que liga dois atores, apresenta valores semelhantes para todas as instituições presentes na rede, variando entre 0,000 e 0,004.

Por último, a centralidade de intermediação, constitui uma excelente medida para aferir o prestígio das instituições e a sua capacidade como agentes de controlo da informação, devido à posição de intermediários que apresentam. Para a rede em análise, destacam-se com valores acima da média, o

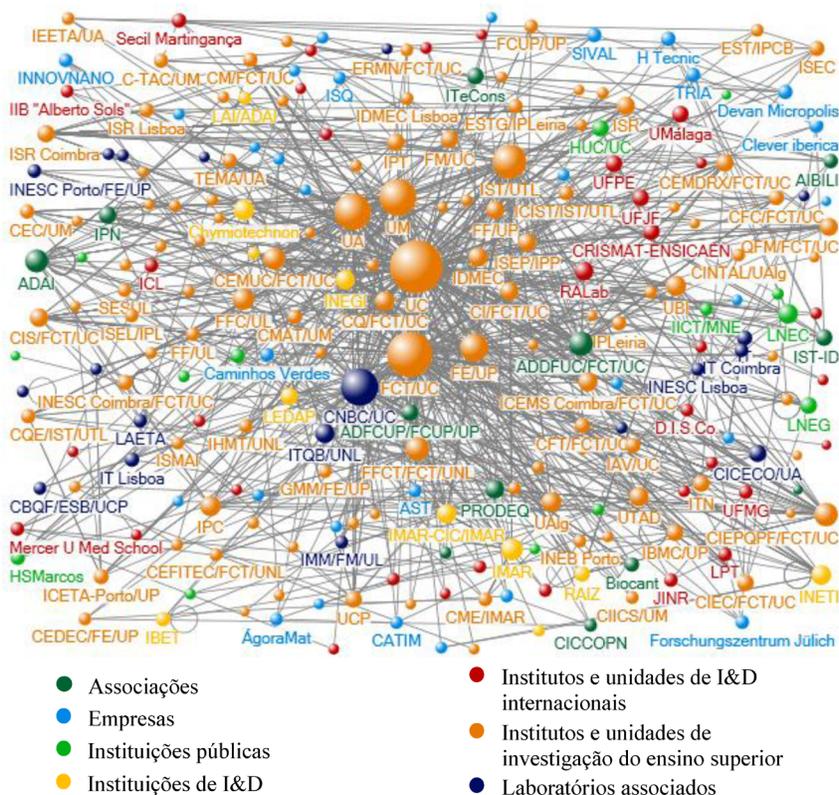
Centro de Neurociências e Biologia Celular (CNBC/UC), a Universidade de Coimbra (UC), o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC), o Instituto Biomédico de Investigação da Luz e Imagem (IBILI), o Centro de Engenharia Mecânica (CEMUC/FCT/UC), o Centro Regional de Oncologia de Coimbra (IPO Coimbra). Com valores abaixo da média (123,47), destaca-se o IMAR - Centro Interdisciplinar de Coimbra (IMAR-CIC/IMAR), a Associação para o Desenvolvimento da Engenharia Química (PRODEQ), a Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra (FF/UC) e o Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (CIEPQPF/FCT/UC).

Para as restantes redes elaboradas com base na categoria científica, são descritas as medidas de centralidade⁴, que permitem avançar para a caracterização geral do sistema de conhecimento destas áreas científicas no território de Coimbra.

A rede das ciências exatas e da engenharia é aquela que apresenta uma maior complexidade, uma vez que foi a área que registou um maior número de projetos no período considerado (458), envolvendo um total de 233 instituições diferentes, das quais 113 (48,5%) correspondem a institutos e unidades de investigação do ensino superior, 34 (14,6%) institutos e unidades de I&D internacionais e 30 (12,9%) empresas. Como resultado do elevado número de instituições, verificaram-se 1439 ligações (relações), sendo que o número médio de graus de separação é de 2,53 (Figura 6 e *vide* Quadro 5).

⁴ No caso da rede das de ciências exatas e da engenharia e na rede das ciências naturais e do ambiente não são referidos os valores da medida de centralidade de proximidade, uma vez que as instituições apresentam valores semelhantes (entre 0,001 e 0,004).

Figura 6. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, na área de ciências exatas e da engenharia, entre 2000 e 2010, segundo a medida de centralidade de grau



Ao nível da centralidade de grau, destacam-se aqui algumas unidades de Coimbra com valores muito acima da média, de que é o caso da Universidade de Coimbra (UC), com 116 ligações diretas a outras unidades, da Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT/UC), com 84 ligações e do Centro de Neurociências e Biologia Celular (CNBC/UC), com 56 ligações. Das restantes instituições de Coimbra, merece ainda realce a Associação para o Desenvolvimento do Departamento de Física (ADDFUC/FCT/UC), o Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (CIEPQPF/FCT/UC), a Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), o Centro de Engenharia Mecânica (CEMUC/

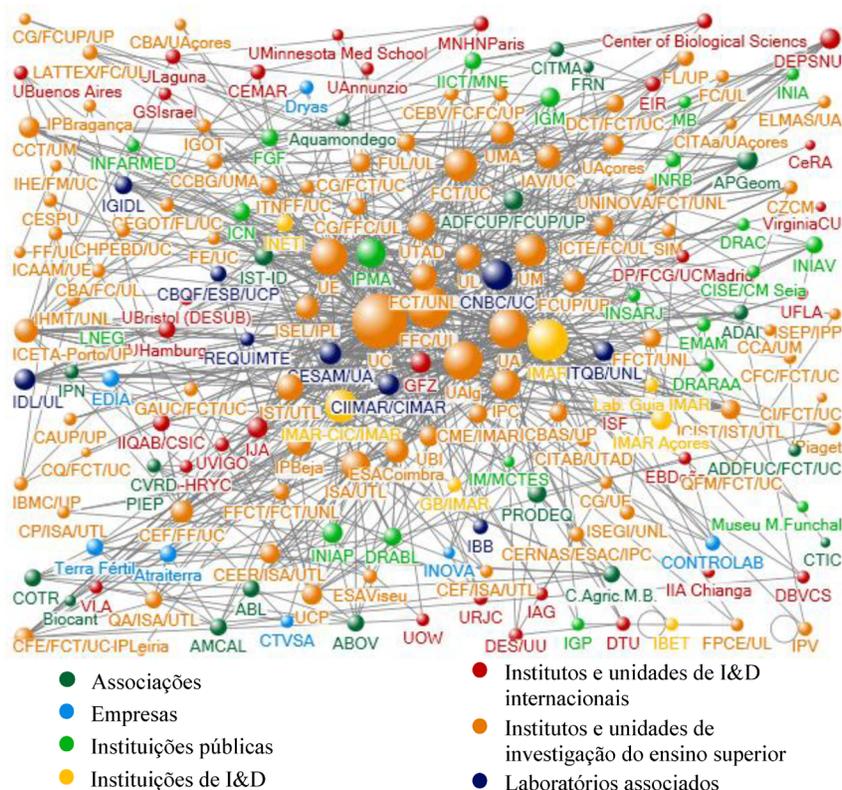
FCT/UC) e o Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação em Química (Chymiotechnon), com um grau de 22, 21, 20, 18 e 15, respetivamente.

Em relação à centralidade de intermediação, o valor médio é superior ao das restantes redes (178,92), refletindo uma grande importância dos atores que atuam como intermediários nesta rede, destacando-se pela positiva a UC, a FCT/UC, o CNBC/UC, a ADDFUC e a ADAI. Por outro lado, o Centro de Química (CQ/FCT/UC), o Centro de Estudos de Materiais por Difração de Raios X (CEMDRX/FCT/UC) e o Instituto de Ciência e Engenharia de Materiais e Superfícies (ICEMS/FCT/UC), apesar de apresentarem valores abaixo da média, os resultados evidenciam uma grande importância destas unidades como intermediárias nesta rede.

No caso da rede das ciências naturais e do ambiente, entre 2000 e 2010 realizaram-se 184 projetos FCT envolvendo instituições de Coimbra (Figura 7). Trata-se de uma rede de dimensão menor, que contou com a colaboração de 178 instituições, uma vez mais com um peso superior dos institutos e unidades de investigação do ensino superior (47,2%) e dos institutos e unidades de I&D internacionais (17,4%), e com um peso pouco expressivo das empresas, das instituições de I&D e dos laboratórios associados (3,9%, 3,9% e 5,1%, respetivamente).

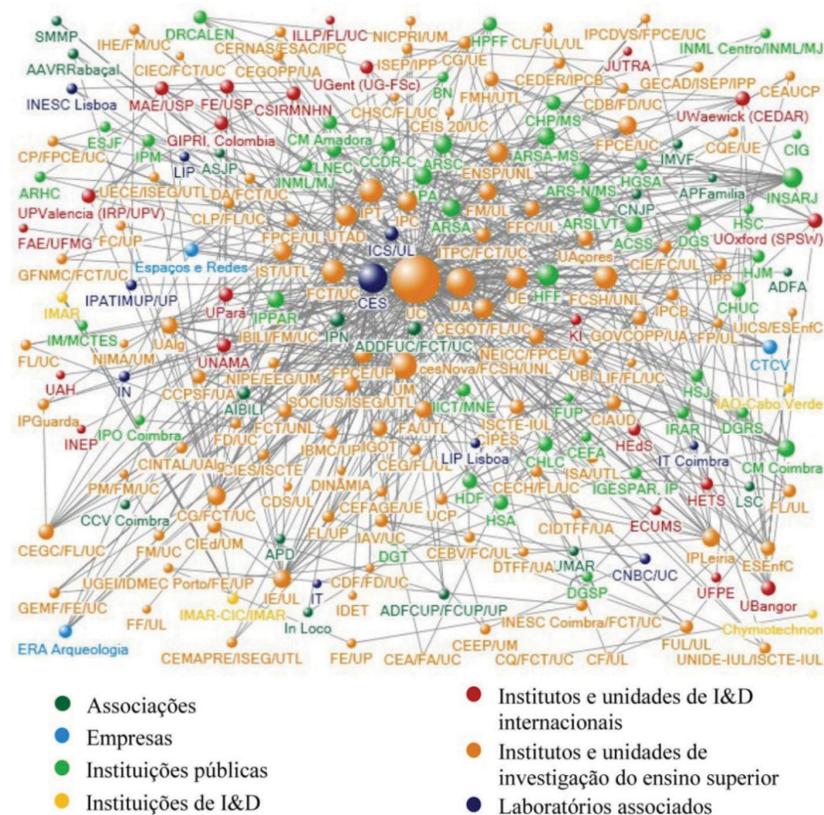
Em termos das conexões de cada nó presente na rede, destaca-se pelo maior número de relações diretas a UC, o IMAR-CIC/IMAR, a FCT/UC, o CNBC/UC, o Instituto Politécnico de Coimbra (IPC), o Instituto do Ambiente e Vida (IAV/UC) e a Escola Superior Agrária de Coimbra (ESACoimbra), com um grau de 91, 31, 31, 26, 25, 16 e 16, respetivamente. O prestígio das instituições, visível pela centralidade de intermediação, destaca as instituições anteriormente referidas, com valores acima do valor médio (135,04). De salientar a existência de 109 instituições nesta rede sem qualquer papel como atores intermediários, sendo que apenas 8 são de Coimbra.

Figura 7. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, na área de ciências naturais e do ambiente, entre 2000 e 2010, segundo a medida de centralidade de grau



Por fim, na área científica das ciências sociais e humanidades verificaram-se 182 projetos, que envolveram a participação de 202 instituições, sendo que a grande maioria corresponde a institutos de investigação do ensino superior (52,0%) e instituições públicas (21,3%). O peso da internacionalização é inferior ao registado para as restantes redes científicas (10,4%). Durante os dez anos em análise, ocorreram 879 ligações, e o número médio de graus de separação é de 2,55, semelhante ao das restantes redes (Figura 8 e *vide* Quadro 5).

Figura 8. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, na área de ciências sociais e humanidades, entre 2000 e 2010, segundo a medida de centralidade de grau



Em relação à centralidade de grau, e realçando uma vez mais as unidades de Coimbra com valores muito expressivos, destaca-se a UC, o Centro de Estudos Sociais (CES), a FCT/UC, o IPC, o Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), a Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (FPCE/UC), o Centro de Geociências (CG/FCT/UC) e a Administração Regional de Saúde do Centro (ARSC), com respetivamente 117, 41, 25, 17, 17, 15, 15 e 13 ligações diretas. Das restantes instituições presentes nesta rede, importa neste contexto destacar a Universidade de Aveiro (UA), a Universidade do Minho (UM), o Instituto Politécnico de Tomar (IPT),

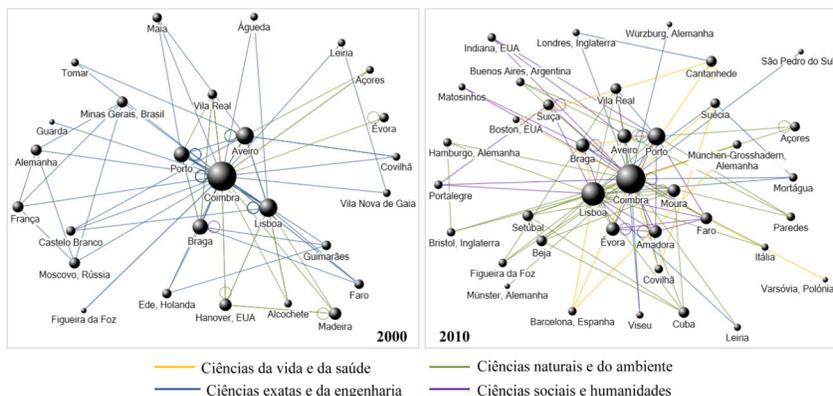
a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH/UNL), a Universidade de Évora (UE), e a Universidade de Trás-os-Montes (UTAD), que registam 39, 32, 26, 25, 21 e 20 ligações diretas, contribuindo em larga medida para o sistema de conhecimento nesta área científica.

Os valores da medida de intermediação reforçam a posição de destaque ocupada pela UC, CES, FCT/UC, Instituto Politécnico de Coimbra (IPC) e pela Escola Superior de Enfermagem de Coimbra (ESEnfC), sendo estes os principais atores intermediários nesta rede. A juntar a estas instituições de Coimbra, realça-se o papel ocupado pela Universidade de Aveiro (UA), Universidade do Minho (UM) e pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH/UNL).

Dinâmicas espaciais

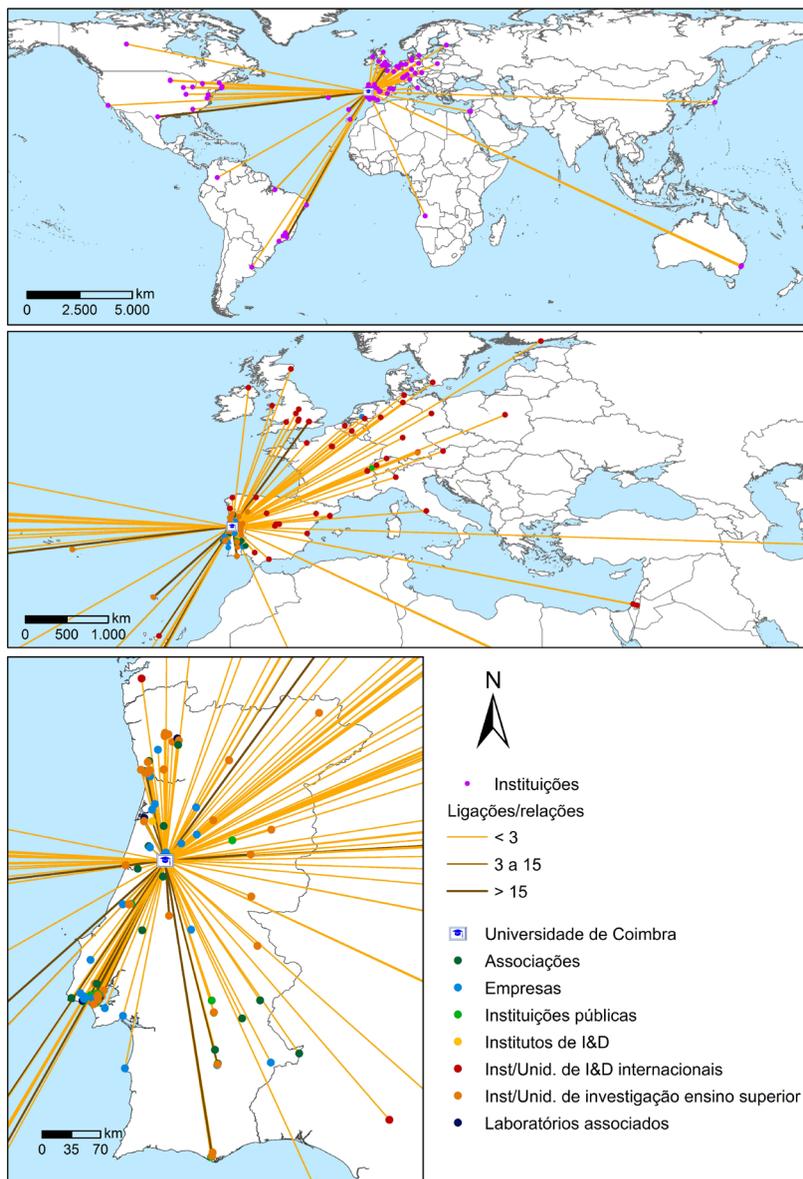
Um último aspeto a valorizar nesta análise diz respeito à identificação das relações espaciais de Coimbra com os restantes territórios (Figura 9). Se no ano de 2000 sobressaíam apenas as relações de colaboração nas áreas das ciências exatas e da engenharia e das ciências naturais e do ambiente, no ano mais recente são notórias as relações em todos os domínios científicos. Um outro comportamento diz respeito ao aumento do peso da colaboração internacional (de 16,1% em 2000 para 38,6% em 2010). Para o ano mais recente, são evidentes fortes ligações de Coimbra, a nível regional, com Cantanhede e Mortágua, a nível nacional, onde são visíveis relações com outros institutos e unidades de ensino superior (Porto, Aveiro, Lisboa, Braga), mas também empresas e associações (Moura, São Pedro do Sul). A nível internacional, destacam-se ligações a universidades e unidades de I&D, como os exemplos de Boston (Harvard Medical School), Buenos Aires (Universidad de Buenos Aires) e Varsóvia (Nencki Institute of Experimental Biology).

Figura 9. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra, por localização geográfica e domínio científico, nos anos 2000 e 2010, segundo a medida de centralidade de grau



A tradução espacial da rede de colaboração institucional de Coimbra pode ainda ser analisada através da representação cartográfica de todas as unidades presentes na rede, bem como as relações entre elas. Para tal, fez-se a georreferenciação das instituições, com base no levantamento e introdução das coordenadas geográficas numa aplicação de SIG (*ArcInfo*). Posteriormente, a partir da construção de uma matriz origem-destino, foi utilizada a ferramenta *spider diagram tools*. Esta ferramenta possibilita a representação dos nós (instituições) e dos arcos (ligações/relações). A análise evidencia que a maior parte das relações envolvem instituições do continente europeu (Figura 10), de onde se destacam países como Espanha, Reino Unido, França e Alemanha, por apresentarem um maior número de unidades na rede. Ao nível do continente americano, realça-se a importância dos Estados Unidos da América, bem como do Brasil, ao contribuírem para a rede de conhecimento científico de Coimbra.

Figura 10. Rede de colaboração em projetos FCT com instituições de Coimbra entre 2000 e 2010



Notas Finais

A leitura das redes de colaboração científica constitui um excelente indicador para o delinear das políticas públicas, no sentido de reconhecer importância às redes existentes e fomentar o aparecimento de novas redes. Estas deverão ser vistas como mais-valias para a produção e difusão do conhecimento científico, capazes de promover processos de inovação determinantes para o desenvolvimento e aumento da capacidade competitiva dos territórios.

As colaborações e parcerias entre universidades, institutos de I&D, laboratórios, empresas e instituições públicas têm vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. A Universidade de Coimbra, através das suas unidades de investigação, tem contribuído para o alargamento da rede de conhecimento científico, com reflexos visíveis no aproveitamento económico desse conhecimento e no próprio desenvolvimento do território. Contextualmente, verifica-se que o envolvimento das instituições de Coimbra assume especial importância nos domínios científicos das ciências exatas e da engenharia e das ciências da vida e da saúde.

Numa perspetiva territorializada, Coimbra 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 e das atividades de I&D. A abertura ao exterior (visível pelo reforço da internacionalização) e a combinação de redes de conhecimento locais e globais contribuem para a crescente visibilidade e afirmação da Universidade de Coimbra e das suas unidades de investigação.

Bibliografia

- Andersson, E. & Persson, O. (1993). Networking scientists. *The Annals of Regional Science*, 27, 11-21.
- Barabási, A. (2002). *Linked the new science of networks*. Cambridge Massachusetts: Perseus Publishing.
- Baur, M.; Brandes, U.; Lerner, J. & Wagner, D. (2009). Group-level analysis and visualization of social networks. In Lerner, J.; Wagner, D. & Zweig, K. (ed.), *Algorithmics of Large and Complex Networks* (330-358). Berlin Heidelberg: Springer.
- CE (3/3/2010) - EUROPA 2020 Estratégia para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. Bruxelas: Comissão Europeia.

- CE (9/2/2011). Livro Verde - Dos Desafios às Oportunidades: Para um Quadro Estratégico Comum de Financiamento da Investigação e Inovação da UE. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix - University-Industry-Government-Innovation in Action*. Nova Iorque: Routledge.
- Etzkowitz, H.; Webster, A.; Gebhardt, C. & Terra, B. (2000). The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*. 29(2), 313-330.
- Everton, S. (2004). *A Guide for the Visually Perplexed: Visually Representing Social Networks*. Stanford: Stanford University.
- Fernandes, R. (2008). Cidades e Regiões do Conhecimento: Do digital ao inteligente - Estratégias de desenvolvimento territorial. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal.
- Freeman, L.; Roeder, D. & Mulholland, R. (1979). Centrality in Social Networks: II. Experimental Results. *Social Networks*, 2, 119-141.
- 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*, 241-246.
- Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, H.; Scott, P. & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary society*. London: Sage.
- Goldstein, H. (2010). The 'entrepreneurial turn' and regional economic development mission of universities. *Annals of Regional Science*, 44(1), 83-109.
- Hansen, D., Shneiderman, B. & Smith, M. (2011). *Analyzing Social Media Networks with NodeXL*. USA: Elsevier.
- Lemieux, V. & Ouimet, M. (2004). *Análise Estrutural das Redes Sociais. Epistemologia e Sociedade*. Lisboa: Instituto Piaget.
- MCES (2002). Praxis XXI Intervenção Operacional Ciência e Tecnologia. Relatório Final Vertente FEDER. Lisboa: Ministério da Ciência e Ensino Superior.
- MCTES (2006). Um Compromisso com a Ciência para o Futuro de Portugal: Vencer o atraso científico e tecnológico. Lisboa: Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.
- Patricio, M. (2010). Science Policy and the Internationalisation of Research in Portugal. *Journal of Studies in International Education*. 14(2), 161-182.
- PRESIDÊNCIA DO CONSELHO DE MINISTROS (2011). Programa do XIX Governo Constitucional. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Smith M.; Shneiderman, B.; Milic-Frayling, N.; Rodrigues, E.; Barash, V.; Dunne, C.; Capone, T.; Perer, A. & Gleave, E. (2009). Analyzing (social media) networks with NodeXL. *C&T '09: Proc. fourth international conference on Communities and Technologies*, Electronic Edition, 2009. Acedido em 3 de Agosto de 2013, em <http://hci2.cs.umd.edu/trs/2009-11/2009-11.pdf>.
- Wal, A. & Boschma, R. (2009). Applying social network analysis in economic geography: framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Science*, 43(3) 739-756.
- Wagner, C. (2008). *The New Invisible College - Science for Development*. Washington: The Brookings Institution Press.
- Wilsdon, J. et al (2011). *Knowledge, networks and nations: global scientific collaboration in the 21st century*. Royal Society Policy document 03/11. London: The Royal Society.
- Direção Geral de Estatísticas de Educação e Ciência - <http://www.dgeec.mec.pt/>
- Fundação para a Ciência e Tecnologia - <http://www.fct.pt/>