



Departamento de Sociologia

Colaboração de Portugal nas Redes Internacionais de Ciência e Tecnologia: A análise ao 7º Programa-Quadro “Nanociências, Nanotecnologias, Materiais e novas tecnologias de Produção”

Ricardo João Lourenço de Abreu

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência, Inovação e Sociedade

Orientadora:

Doutora Maria Teresa Sarmento Patrício, Professora Associada
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Setembro, 2013

Agradecimentos

A todos que de uma forma geral ou particular que me apoiaram e inspiram neste caminho. Aos professores que ao longo deste percurso acadêmico apoiaram com orientações, discussões e fomentaram o olhar crítico. Ao Jorge e Paula que durante estes últimos anos foram mais do que colegas, que compartilharam ambições, angústias e sucessos. Um agradecimento muito especial à Professora Teresa Patrício, que orientou este trabalho com sentido crítico e motivador. E outro, para o amigo Frederico d'Orey, que foi meu mecenas destes últimos anos de estudo. Para minha família, em particular a minha mãe, não há agradecimento possível que justifique todos os sacrifícios que passamos.

Obrigado

Resumo

A nanotecnologia é uma área científica emergente cobijada por quase todos os países industrializados. Sendo uma área científica e tecnológica multidisciplinar com aplicação em diversos sectores sócio-económicos, requer do tecido económico e científico, novas formas de organização e cooperação. O objectivo deste estudo é compreender as relações entre instituições científicas e tecnológicas proporcionados pelo desenvolvimento do sector das nanociências e nanotecnologia em Portugal. Partindo dos dados dos projectos do 7º Programa-Quadro europeu para as Nanociências, nanotecnologias, Materiais e novas tecnologias de Produção (7ºPQ-NMP), e com recurso à Análise de Redes Sociais, foi possível caracterizar as redes de colaboração internacional, científica e tecnológica, nas quais Portugal participa. Os resultados obtidos foram conducentes com o enquadramento teórico proposto, mostrando que o sector da nanotecnologia, no Sistema Científico e Tecnológico Nacional é caracterizado por uma forte presença de instituições do Ensino Superior e que o tecido empresarial e industrial, procura não só a colaboração com as universidades, como também parcerias internacionais. Verifica-se ainda que o 7ºPQ-NMP é um instrumento inclusivo que promove a colaboração em rede e proporciona a disseminação de conhecimentos e tecnologias.

Palavras-chave: Nanotecnologia; Colaboração Científica Internacional; Programa-Quadro Europeu; Análise Redes Sociais

Abstract

Nanotechnology is an emerging scientific area **coveted** by almost all industrialized countries. Being a multidisciplinary scientific and technological area with applications in several socio-economic sectors, requires from the economic and scientific landscape a new form of organization and cooperation. The aim of this study is to understand the relationships between scientific and technological institutions provided by the development of nanoscience and nanotechnology sector in Portugal. From the data of the 7th European Framework Programme projects for Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Technologies Production (FP7-NMP), and the Analysis of Social Networks methodology, it was possible to characterize the networks of international collaboration in science and technology in which Portugal participates. The results were conducive to the proposed theoretical framework, showing that the nanotechnology sector in National Science and Technology System is characterized by a strong presence of higher education institutions and the business community. The industrial sector demand not only the collaboration with universities as well as international partnerships. There is still the FP7-NMP is a comprehensive tool that promotes collaborative networking and provides the dissemination of knowledge and technology.

Keywords: Nanotechnology; International Scientific Collaboration; European Framework Programme; Social Network Analysis.

Índice

1.Introdução	1
2.Enquadramento teórico	3
<i>2.1.Conhecimento, Ciência e Tecnologia</i>	<i>3</i>
<i>2.2.Redes de Colaboração científica nos Programas-Quadro europeus</i>	<i>4</i>
<i>2.3.Portugal nas redes europeias de C&T</i>	<i>9</i>
3.Metodologia	13
4.Colaboração de Portugal nas redes de Ciência e Tecnologia em Nanotecnologia	15
<i>4.1.Redes de Ciência e Tecnologia no 7º Programa-Quadro</i>	<i>15</i>
<i>4.2.Portugal no 7º Programa-Quadro para a nanotecnologia</i>	<i>17</i>
5.Conclusões	27
6.Bibliografia	30
7.Anexos	33
8.CV Ricardo Abreu	39

Índice de Figuras e Quadros

Figuras

Figura 4.1.1 - Distribuição do orçamento do programa “Cooperação” para 2013	16
Figura 4.1.2 - Evolução do orçamento do 7ºPQ-NMP	16
Figura 4.2.1 - Distribuição das Instituições em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, em quantidade, por país	17
Figura 4.2.2 - Distribuição das Instituições em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, em %, TOP10, por país.	17
Figura 4.2.3 - Distribuição das instituições portuguesas em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo.	18
Figura 4.2.4 - Distribuição do total das instituições em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo.	18
Figura 4.2.5 - Distribuição da quantidade de projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo de projecto.	20
Figura 4.2.6 - Distribuição do financiamento nos projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo de projecto.	20
Figura 4.2.7 - Distribuição do tipo de projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por país coordenador.	21
Figura 4.2.8 - Distribuição do financiamento nos projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por país coordenador	22

Quadros

Quadro 3.1 - Exemplos de unidades de estudo na Análise de Redes Sociais	13
Quadro 4.2.1 - Projectos coordenados por Portugal no 7ºPQ-NMP com presença portuguesa.	22
Quadro 4.3.1 - Características estruturais da rede do 7ºPQ-NMP, com participação portuguesa.	23
Quadro 4.3.2 - TOP10 das instituições por <i>grau de centralidade</i> e importância	24
Quadro 4.3.3 - TOP5 das instituições por proximidade e betweenness.	25

Lista de Abreviaturas

ARS - Análise de Redes Sociais

BRITE-EURAM - Basic Research in Industrial Technology - European Research in Advanced Materials

C&T - Ciência e Tecnologia

CERN - European Organization for Nuclear Research

CORDIS - Community Research and Development Information Service

DNA - “Deoxyribonucleic acid” em inglês ou ADN em português, refere a estrutura tridimensional molécula que contém a informação genética dos seres vivos.

ERANET - European Research Area

ESPRIT - European Strategic Program on Research in Information Technology

EURATOM - European Atomic Energy Community

FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia

I&D - Investigação e Desenvolvimento

IPSFL - Instituições Privadas Sem Fins Lucrativos

JRC - Joint research Centre

NMP - Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies

PME - Pequenas e Médias Empresas

PQ - Programa-Quadro

SCTN - Sistema Científico e Tecnológico Nacional

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UE - União Europeia

1. Introdução

Este trabalho de investigação, insere-se nos estudos sociais da ciência e tecnologia, um ramo da sociologia que tem como objecto de estudo a tecnologia e a sua relação com a sociedade. O objectivo deste estudo é compreender as relações entre instituições científicas e tecnológicas proporcionados pelo desenvolvimento do sector das nanociências e nanotecnologias em Portugal. A partir do estudo dos projectos europeus para investigação científica e tecnológica, nomeadamente o 7º Programa-Quadro, constrói-se redes de colaboração entre instituições que potenciam a internacionalização e modernização das indústrias e em última estância da economia do conhecimento.

Dos vitrais romanos coloridos com recurso a cloreto de ouro e vidro, ao milagroso creme regenerador da pele, a nanotecnologia esteve sempre presente no engenho humano. Mas a inquietude científica pelo mundo *nano* surge com a aula emblemática preferida por Richard P. Feynman (1960) quando desafiou a comunidade científica a imaginar uma cabeça de um alfinete ampliada vinte e cinco mil vezes, onde lá caberiam todas as páginas da Enciclopédia Britânica. Esta imagem reflecte o facto do Homem conseguir manipular matéria ao nível do átomo, no caso da nanotecnologia estamos perante dimensões de 10^{-9} m, suficientes para observar um único átomo e configurar sistemas moleculares, que dão à matéria novas características físicas e químicas.

A nanotecnologia esteve sempre nos sonhos dos cientistas e no imaginário do público em geral, saltou das bancadas dos laboratórios para o dia-a-dia dos consumidores. São diversas as aplicações e amplamente utilizadas em sectores industriais mais tradicionais, como o calçado ou têxtil e de alta tecnologia, como a farmacêutica ou aeroespacial. A multidisciplinaridade das nanociências e nanotecnologias introduziu nos sistemas científicos e tecnológicos uma dinâmica única, capaz de concentrar no mesmo objectivo, instituições e pessoas tão heterogéneas, como empresas e universidades, empresários, cientistas e decisores políticos e os seus impactos sociais são também alvo de discussão pública no âmbito, da regulação, da ética e da economia (Allhoff, Lin, Moor, Weckert, & Roco, 2007).

A nanotecnologia é também uma prioridade e preocupação dos diversos governos e populações europeias, assim e a este propósito, as Instituições Europeias lançaram iniciativas políticas para promover o desenvolvimento da ciência e tecnologia relacionada com esta temática. Na Europa, a corrida pela nanotecnologia, iniciou-se o “Plano de Acção para as Nanociências e Nanotecnologia” para o período de 2005 a 2009, tendo como inspiração o comunicado da Comissão Europeia, “Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias” (Comissão Europeia, 2004). Esta estratégia estabelecia 8 áreas principais: investigação, inovação industrial, infra-estruturas, educação, aspectos sociais e éticos, avaliação do risco, regulação e cooperação internacional. O plano entrou em vigor em Junho de 2005 e a primeira revisão aconteceu em 2007 e foi constatado um impacto positivo no apoio e financiamento das Nanociência e Nanotecnologias, como na coordenação de políticas,

revelando um aumento da participação conjunta de indústrias, investigadores e outros interessados (Comissão Europeia, 2007). E com estes resultados positivos a Comissão Europeia iniciou o 7º Programa-Quadro com um financiamento inicial, no valor de 2,5 mil milhões de euros, para o período 2007 a 2008.

Em 2008, este plano foi revisto novamente e várias recomendações sugeridas, nomeadamente o desenvolvimento de aplicações em coerência com as preocupações de saúde pública, segurança com os consumidores e trabalhadores e com os riscos ambientais (Commission, 2008). Em 2011, a Comissão Europeia, adoptou a recomendação científica para a definição de nanomaterial, que na sua essência classifica-o como *“um material natural, incidental ou fabricado, que contém partículas num estado desagregado ou na forma de um agregado ou de um aglomerado, e em cuja distribuição número-tamanho 50 % ou mais das partículas têm uma ou mais dimensões externas na gama de tamanhos compreendidos entre 1 nm e 100 nm¹.”*(Comissão Europeia, 2011). No ano seguinte, a Comissão Europeia introduz na legislação as recomendações sobre a definição de nanomaterial tal como os aspectos essenciais para a segurança Humana e ambiental, do uso de nanomateriais e nanotecnologia (Comissão Europeia, 2012).

As estratégias para a nanotecnologia na Europa, foram acompanhadas por políticas públicas de âmbito científicas e tecnológicas, associadas aos Programas-Quadro europeus, descritos mais adiante neste trabalho. Este estudo está estruturado em quatro blocos interpretativos da investigação social inicialmente proposta. Na primeira parte, é apresentado o enquadramento da investigação, introduzindo alguns conceitos e temáticas como, as novas formas de produzir conhecimento científico, as redes de colaboração científica e tecnológicas no âmbito dos Programas-Quadro europeus e o comportamento das instituições portuguesas nas redes europeias de conhecimento científico-tecnológico, essenciais para construção de duas hipóteses de investigação.

A segunda parte, deste estudo consiste na demonstração e aplicação da metodologia. Para o trabalho empírico foi optado o método de Análise de Redes Sociais, que proporcionam à investigação uma melhor descrição e compreensão das dinâmicas existentes nas redes de colaboração científica e tecnológica. Neste bloco, é descrito com pormenor a forma e método, como foram levantados os dados, sujeitos a filtros e classificações para identificar projectos e posteriormente analisados.

Na fase seguinte são apresentados e discutidos os dados recolhidos. Nesta parte do estudo, os projectos do 7º Programa-Quadro para a nanotecnologia, foram analisados à luz do método estatístico que permitiu responder a algumas questões levantadas no enquadramento da investigação. Os resultados do estudo foram condensados numa conclusão final que descreve numa forma sistemática duas perspectivas de análise do objecto de investigação neste estudo.

¹ nano-metro ou seja 10^{-9} m

2. Enquadramento teórico

2.1. Conhecimento, Ciência e Tecnologia

Ao longo dos anos e desde do surgimento da ciência moderna que o Homem tem desenvolvido e estruturado o seu meio ambiente e sociedade com base no conhecimento e tecnologia. A economia, um dos pilares da sociedade moderna, está hoje em dia dependente das tecnologias e com a globalização, essa dependência tornou-se uma necessidade para os países desenvolvidos como os mais emergentes. Esta realidade, transformou por completo a forma de fazer ciência, produzir conhecimento e desenvolvimento tecnológico de cada nação, com reflexos na organização institucional dos seus sistemas científicos, tecnológicos e de inovação.

O novo paradigma de produção de conhecimento e ciência está reflectido nos trabalhos de Michael Gibbons e Helga Nowotny (Gibbons, 1994). À luz da sua teoria, a produção de conhecimento científico assenta, na sua aplicabilidade, transdisciplinaridade e heterogeneidade. Procura também explicar os impactos da ciência e tecnologia nas sociedades que, neste contexto tem relevo na acção de controlo da produção científica, por via do *peer review*, um sistema de revisão amplo, multidisciplinar que integra comunidades, grupos de interesse e actores políticos diferentes, a que os autores designam por “Modo2” de produção de conhecimento.

Pode-se afirmar que existem diversos actores nesta nova realidade de produção de conhecimento que se organizam e estruturam de forma lógica e eficiente. O trabalho de Henry Etzkowitz (H. Etzkowitz, 2008) nos anos 2000, aponta um modelo explicativo da interacção entre 3 grandes estruturas interligadas numa espécie de hélice tripla de *DNA*: o mundo das Universidades, Industrias e Governos.

No sistema de produção de conhecimento actual as empresas são o motor da inovação e os governos e universidades são as estruturas de apoio. Às empresas compete difundir novos produtos e tecnologias pelo mercado por via de um processo colaborativo de inovação, reflectido na comercialização de produtos de alto valor tecnológico e pelas patentes registadas. Para o sector empresarial a ligação ao mundo académico é uma solução inteligente de otimizar recursos na I&D transferido essa responsabilidade para as universidades (*idem*).

As universidades tem um papel essencial na criação de nova ciência e de profissionais altamente qualificados. A Universidade neste contexto, além da missão de ensino e investigação científica, assume também a função de prestar serviços à comunidade, por via do empreendedorismo académico e da sua ligação à comunidade empresarial como por exemplo, a criação de *spin-offs* ou integração em *clusters* industriais (*idem*).

O governo por sua vez tem a responsabilidade de criar um ambiente propício à inovação com a institucionalização de políticas e incentivos às universidades e empresas. O Estado é também um garante no financiamento de ciências mais fundamentais que permitem alimentar a produção contínua de conhecimento realizada em laboratórios públicos e universitários. As políticas públicas e as medidas de apoio à inovação são um instrumento essencial nas escolhas dos vectores estratégicos de uma economia baseada no conhecimento (idem).

Esta nova forma de produzir ciência, eleva o grau de competitividade dos mercados e da economia (Gibbons, 1994). As empresas para serem mais competitivas, integram conhecimento nos seus processos de produção para criar novos produtos de valor acrescentado. Os investimentos passam por novas tecnologias de fabrico, integração em projectos de investigação com universidades ou a criação dos seus próprios laboratórios. Os governos delineiam políticas que incentivam, a inovação e exportação de produtos de valor acrescentado. As universidades procuram financiamento para as suas investigações com o apoio das empresas, originando novas dinâmicas organizacionais e objectivos mais quantitativos.

Estas dinâmicas de transferência e comercialização de conhecimento transformam os mercados, criando redes de conhecimento com base na ciência e tecnologia, constituídas por cientistas e os centros de investigação, pelas universidades e os seus investigadores, por empresas e os seus centros de desenvolvimento, pelos governos e as suas políticas e estratégias públicas. No sentido figurado, os vários actores sociais e instituições movimentam-se onde o conhecimento navega como rotas de navios que ligam os vários portos.

2.2. Redes de Colaboração científica nos Programas-Quadro europeus

São diversos os estudos que abordam a influência dos Programas-Quadro no desenvolvimento das redes europeias de colaboração científica e tecnológica. Da literatura recolhida, os estudos empíricos enquadram-se em duas perspectivas: os estudos que focam a sua observação na estrutura das redes de sectores específicos (Horta, 2010; María-Antonia, Juan, Martin, Christian, & Carlos, 2013; Pandza, Wilkins, & Alfoldi, 2011; Patricio, 2010; Aimilia Protogerou, Caloghirou, & Siokas, 2010; A. Protogerou, Caloghirou, & Siokas, 2011; Aimilia. Protogerou, Caloghirou, & Siokas, 2012), e os que tomam em consideração o desenvolvimento das redes nos diferentes programas-quadro (Garas & Argyrakis, 2008; Gusmao, 2001; Larédo, 1998; Manfred & Thomas, 2011; Roediger-Schluga & Barber, 2008), ambos contribuem para a caracterização das redes europeias de ciência e tecnologia (C&T).

Vários autores concordam que os Programas-Quadro de C&T são instrumentos essenciais na promoção e desenvolvimento de redes de colaboração científica e tecnológica. Regina Gusmão (2001), refere que os Programas-Quadro Europeus são elementos essenciais no desenvolvimento das políticas de C&T nacionais reflectindo a capacidade dos vários estados-membros estarem envolvidos em mais do que um programa temático e determinadas instituições continuarem as suas

parcerias ao fim dos programas. A autora observa que estas redes de colaboração possuem três traços característicos: são redes com dispersão geográfica elevada (vários países); têm tipologias institucionais diferentes (i.e empresas, universidades, laboratórios, etc); e o que une estas instituições em rede ultrapassa o âmbito académico.

Manfred Paier e Thomas Sherngell (2011) identificaram três factores determinantes para a configuração da colaboração internacional: os efeitos de rede; de relacionamento; e os efeitos geográficos, em projectos de colaboração científica em vários programas europeus. Identificaram que a distância geográfica entre as instituições é um elemento dissuasório na colaboração internacional. Ou seja, a existência de uma fronteira nacional entre duas instituições diminui a probabilidade de estas unirem-se para colaborar em um determinado projecto. Os seus resultados, demonstraram ainda que as instituições escolhem os seus parceiros, mediante perfis idênticos de temática científica (i.e sub-programas) e pelo historial de participação comum em projectos anteriores.

Se a distância geográfica é um factor perturbador da colaboração internacional, por outro lado, a mobilidade académica aproxima os países e promove a colaboração entre cientistas e investigadores. Teresa Patricio (2010), encontrou evidências, que Portugal, durante um período de 25 anos foi um dos países com maior colaboração internacional científica na Europa. Este facto, deve-se a uma mudança de cultura científica no meio académico, com a promoção do intercâmbio entre estudantes e produção científica em co-autoria com os parceiros europeus. Este fenómeno de internacionalização do meio académico é também documentado por outros autores (Horta, 2010) que revelam a importância da instituição Universidade como veículo para a colaboração científica entre os países.

Outros autores (Garas & Argyrakis, 2008) abordaram a evolução das redes de colaboração científica e tecnológica nos Programas-Quadros, em três dimensões (número de projectos, áreas temáticas e geografias) e identificaram que, por um lado o número de instituições novas por programa tem diminuído, por outro, a intensidade de colaborações tem aumentado. Revelam ainda que quanto mais activas forem as instituições individualmente de um país, mais central é o papel desse país na rede. Referem como exemplo, a centralidade de países como a França, Itália, Reino Unido e a Alemanha, o país presente em todos os domínios científicos dos programas.

Na perspectiva de encontrar um significado para a integração na construção de uma Área Europeia de Investigação, Thomas Roediger-Schluga e Michael J. Barber (2008) criticam uma certa continuidade institucional nos programas europeus de investigação. As suas convicções partem de duas observações empíricas: uma sugere uma sobreposição significativa de actores institucionais; a outra indica uma recorrente colaboração das mesmas instituições em consecutivos Programas-Quadros. Da sua análise de redes de colaboração em C&T, verificaram também a existência de factores de *cluster* nos mais recentes Programas-Quadro, o que indica alguma tendência de integração da investigação científica e tecnológica europeia. Os autores (*idem*), identificaram

também que os principais participantes nestas redes de C&T são, empresas, universidades e centros de investigação, que partilham conhecimento e informação dentro das redes, contudo o tamanho destas, não significa maior centralidade, ou seja, a política de promoção de grandes projectos para incentivar mais redes de colaboração científica não será a mais apropriada.

Outra crítica aos Programas-Quadro, parte de Philippe Larédo (1998), que observa a existência de três configurações de rede: redes de investigação básica de tecnologias, caracterizadas por projectos pré-competitivos; redes de inovação que dão suporte à competitividade europeia; e redes de inovação de bens colectivos que providenciam apoio às políticas sectoriais europeias. E evidencia o facto de existirem alguns padrões positivos na estrutura das redes, mas considera que as diferentes configurações apresentam uma fraqueza relativamente aos Programas-Quadro, caracterizada essencialmente pela dependência excessiva das configurações de rede orientadas pelos programas específicos e aberturas de propostas temáticas específicas.

Protogerou e colegas (2010; 2011; 2012), aplicaram a *Análise de Redes Sociais* às redes de colaboração científica em determinados sectores tecnológicos. Os seus estudos contribuíram para compreender os sistemas complexos e os seus efeitos na produção e disseminação de conhecimento. Os resultados sugerem que os Programas-Quadro são instrumentos que atraem os principais actores do sector, para construir ligações que fortalecem o Espaço Europeu de Investigação, quanto mais densa é uma rede, mais ligados estão os seus membros e mais transferência de conhecimento existe (Aimilia Protogerou et al., 2010).

Para avaliar o nível de difusão de conhecimento, os autores utilizaram o “*comprimento médio do caminho*”². Esta medida, permite determinar o caminho mais curto entre quaisquer duas instituições na rede, indicando a eficiência da rede no que respeita à difusão do conhecimento. Valores elevados desta medida, indicam que a informação e/ou conhecimento, para se deslocar de uma instituição para outra, devem passar por diversos intermediários (Aimilia. Protogerou et al., 2012).

Os autores referem que, apesar destas redes estarem altamente conectadas, dependem fortemente dos actores institucionais centrais como as grandes empresas, ou as prestigiosas universidades e centros de investigação (Aimilia Protogerou et al., 2010). Estes actores centrais são essenciais para assegurar a transferência de informação e conhecimento com os mais periféricos e normalmente são instituições com um historial em vários Programas-Quadros. Os actores centrais foram identificados com recurso a quatro medidas de centralidade: *grau*; *eigenvector*³; *betweenness*⁴; e *proximidade*.

² do inglês Average Path Length

³ Vector de “Valor Próprio” de uma matriz

⁴ Intermediação é uma medida de centralidade de um *nodo* (instituição) que representa o número mínimo de caminhos entre instituições que passam pela instituição em análise.

Estas quatro medidas de centralidade permitem caracterizar o papel dos diversos actores nas redes de colaboração científica. O *grau* de centralidade é uma variável de análise que permite qualificar o poder potencial dos actores sociais. Uma instituição com múltiplas ligações, prediz à partida, ser um actor com elevado poder de influência. Mas ter mais ligações, não significa qualidade (Aimilia. Protopogerou et al., 2012), por isso utiliza-se o *eingenvector*, que representa a soma de todas as ligações de uma instituição ponderada pelo seu grau de centralidade. A variável *betweenness* representa o número de vezes que uma instituição se encontra no caminho de geodésico entre outras duas instituições. Numa rede em que a informação e conhecimento se difundem, uma instituição que apresente um elevado grau de centralidade/*betweenness*, pode funcionar como intermediário das colaborações científicas (idem). A variável de *proximidade*, representa o quanto uma instituição está próxima de outras, indicando a capacidade das instituições comunicarem rapidamente com as restantes (idem).

Outros estudos sectoriais revelam a importância dos Programas-Quadro (PQ) na formação de redes de colaboração científica, em particular no sector da nanotecnologia (Autant-Bernard, Billand, Frachisse, & Massard, 2007; María-Antonia et al., 2013; Pandza et al., 2011). Pode-se encontrar projectos no âmbito das nanociências e nanotecnologias desde do 4º Programa-Quadro (1994-1997) com a introdução das *redes temáticas*, que evoluíram para *redes de excelência* no 5ºPQ, e para os projectos ERANET no 6ºPQ. Preocupados com o elevado grau de diversidade destas redes de colaboração científica e a sua influência na transferência de conhecimento entre os membros da rede, Pandza *et al* (2011) elaboram um estudo empírico que procura compreender as configurações de colaboração na perspectiva da diversidade institucional e internacional.

São vários os determinantes que contribuem para a formação de redes de colaboração científica e tecnológica internacional (Autant-Bernard et al., 2007; Pandza et al., 2011). Os autores (Pandza et al., 2011) sugerem, que a combinação entre a diversidade internacional e institucional, influencia a eficiência dos projectos de colaboração científica e tecnológica dentro dos Programas-Quadro europeus⁵. No caso da nanotecnologia, o espectro de conhecimento nesta área torna a colaboração internacional e inter-institucional um elemento fundamental para a inovação, mas por outro lado, esta diversidade torna difícil o processo de inovação colaborativa.

Os resultados dos seus estudos indicam que em termos de estrutura internacional, as redes de colaboração em nanotecnologia, são constituídas essencialmente pelos grandes países europeus, o Reino Unido, França e Alemanha, representando 40% do total de parceiros, cabendo a este último, 20% de todas as parcerias em rede. Estes resultados colocam a Alemanha no centro das actividades da Comissão Europeia para as nanotecnologias (idem). Estudos bibliográficos feitos por outros autores (María-Antonia et al., 2013), revelam também a Alemanha como um *hub* para a nanotecnologia europeia, situando-se em quarto ou quinto lugar no *ranking* mundial. Neste âmbito, a Alemanha, França, Reino Unido, Espanha e Itália, são os países europeus com maior produção

⁵ Estudo baseado no 6º Programa-Quadro

científica na área da nanotecnologia e participam constantemente em novos projectos de colaboração, sem perder a sua posição central (idem).

Esta centralidade geográfica é partilhada por outros autores (Autant-Bernard et al., 2007) que consideram que as redes de colaboração científica no âmbito da nanotecnologia nos Programas-Quadro, são influenciadas não só pelos os efeitos geográficos como também pelos efeitos de rede, nomeadamente a distancia social entre as instituições⁶. Os resultados indicam que ao nível europeu, os efeitos de distancia social são mais predominantes do que os constrangimentos geográficos. Por outro lado, ao nível nacional ambas as dimensões influenciam as configurações das redes colaborativas, reforçando a tendência de criação de *clusters* locais intra-nacionais. Estes estudos demonstram que o efeito da proximidade geográfica não é suficiente na determinação das configurações das redes instituídas nos Programas-Quadro (idem).

Relativamente a diversidade institucional, os estudos revelam a existência de fortes relações entre Universidades e Centros de Investigação, deixando para segundo plano as relações com o sector industrial. Os autores evidenciam também uma fraca relação entre as PME e grandes empresas, em sintonia com a realidade económica europeia, baseada em PMEs. Estas diferenças relacionais surgem da análise da distribuição das instituições no Programa-Quadro, cabendo às universidade o maior número, seguido dos centros de investigação e indústrias (Pandza et al., 2011). Em suma, a diversidade institucional nas redes de nanotecnologia, sugerem uma política industrial de inovação pré-competitiva assente essencialmente em redes de colaboração universitária, centros de investigação e um número reduzido de parceiros industriais.

As redes de colaboração internacional e os Programas-Quadro, são duas faces da mesma moeda do espaço europeu de investigação ciência e tecnologia. As políticas europeias promovem e financiam programas de I&D transnacionais nos quais as redes de colaboração internacional são o melhor modelo de implementação destas políticas. Por outro lado, as redes são também elas elementos transformadores das políticas por via das suas características internas, como a centralidade dos seus actores ou densidade da rede, que moldam implementação das políticas públicas. As redes de colaboração no sector da nanotecnologia são um exemplo deste fenómeno, são redes multi-disciplinares e inter-institucionais, constituídas por actores de diversas áreas do conhecimento e diferentes formas institucionais. A sua principal característica, reside na capacidade de transferencia de conhecimento para a indústria e desenvolvimento de tecnologia inovadora. E as políticas europeias orientadas pelos Programa-Quadro, direccionam os seus recursos para a promoção e financiamento de redes transnacionais que integram universidades, empresas e centros de investigação com competências e níveis de conhecimento diferentes.

⁶ Consideram que duas instituições estão ligadas socialmente se integram o mesmo projecto dentro do Programa-Quadro

2.3. Portugal nas redes europeias de C&T

São poucos os estudos empíricos sobre a participação portuguesa nos programas-quadro para a ciência e tecnologia. Contudo, destaca-se o trabalho de João Caraça (1993) que faz uma avaliação dos impactos dos programas de investigação e desenvolvimento europeus no sistema de ciência e tecnologia português, durante o período entre dos anos 80 e 90. A análise do impacto das políticas europeias na colaboração científica internacional em Portugal, por Tiago Santos Pereira (1996), onde o autor procura avaliar o efeito das políticas europeias na produção científica portuguesa em colaboração com os restantes países europeus. E mais recentemente, a compilação de vários estudos que empregam a Análise de Redes no âmbito da economia do conhecimento e inovação, editado por Isabel Salavisa e Margarida Fontes (2012).

Desde muito cedo a comunidade científica portuguesa viu-se envolvida em redes de I&D nos programas promovidos pela Comissão Europeia. Os mais expressivos foram os ESPRIT e BRITE-EURAM, programas com grande impacto na economia, em especial nos sectores das tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e I&D industrial. Os constituintes dessas redes consistem predominantemente em instituições do Ensino Superior e Instituições Privadas Sem Fins Lucrativos (IPSFL) que representavam cerca de 2/3 do total envolvido, cabendo aos Laboratório do Estado e empresas uma menor participação nestes programas (Caraça et al., 1993).

No período de integração de Portugal nas Comunidades de Estados Europeus, quase todos os Laboratórios de Estado participavam em redes de I&D europeia, existia uma forte participação de IPFSL e quase todos institutos e universidades tinham equipas em projectos de colaboração europeus à excepção das faculdades de farmácia por via da ausência de um tecido empresarial no sector farmacêutico. Em relação ao sector industrial, era caracterizado pela participação de grandes empresas em virtude das PMEs, mas ambas tipologias com fraca presença nas redes de colaboração internacional, considerado uma deficiência do sistema produtivo português (idem).

O impacto dos Programas de I&D europeus na comunidade científica e tecnologia portuguesa registou-se a dois níveis: por um lado, na reorganização das instituições e unidades do sistema português de ciência e tecnologia, por outro, nas redes de investigação industrial. Outro facto relevante é que estes programas incentivaram a continuação de trabalhos em cooperação, assegurados por equipas de cientistas com prestígio e ligações nacionais e internacionais. Contudo estas comunidades de cientistas dependiam dos fundos Europeus para continuarem as suas investigações (idem).

A colaboração científica internacional dentro do espaço europeu é também analisada no trabalho de Tiago Pereira (Pereira, 1996). O autor refere que a colaboração internacional pode ser uma porta de entrada na comunidade científica internacional e uma oportunidade para os investigadores aumentarem a sua credibilidade nas suas comunidades científicas. Este trabalho procura explicar o impacto das políticas científicas europeias por via da alteração dos padrões de produção da

comunidade científica portuguesa. Estes impactos poderiam ser expectáveis após introdução dos Programas-Quadro como fonte de financiamento da ciência portuguesa.

O autor (Pereira, 1996), faz uma análise temporal e temática das publicações científicas portuguesa, destacando a colaboração internacional com três regiões mundiais (Europa, EUA e resto do mundo) com o objectivo de analisar os efeitos das políticas europeias ao nível da colaboração intra-europeu no período anterior e após adesão de Portugal à CEE. A análise revela que os países europeus são os principais colaboradores de Portugal, representando 30% da produção científica e esta tendência de colaboração internacional não se alterou com a adesão de Portugal à União Europeia, evidenciando o fraco efeito das políticas europeias na comunidade científica portuguesa (idem). Apesar de globalmente as políticas europeias terem pouco impacto, o mesmo não acontece ao nível disciplinar, nomeadamente no campo da física por via da participação de Portugal no CERN e nas disciplinas das ciências naturais.

Em termos conclusivos das observações empíricas o autor (idem), questiona o impacto dos programas europeus na colaboração científica internacional portuguesa. O seu estudo evidencia, que os Programas-Quadro não tem um efeito significativamente positivo no crescimento da produção científica portuguesa e consequentemente na colaboração internacional dos nossos investigadores.

Uma visão actualizada da importância das redes de colaboração científica é demonstrada no trabalho de Salavisa e colegas (Salavisa & Fontes, 2012), quando compara os sistemas de inovação português e italiano. O estudo consiste na análise de dois sectores de elevado conhecimento científico e tecnológico, o software e a Biotecnologia, com grande impacto no desenvolvimento competitivo e investimento público e privado. São sectores dinâmicos impulsionados por diferentes actores e estratégias empresariais, no qual as redes de colaboração são o modo de organização e sucesso empresarial, dependente em muito, dos recursos providenciados pelos sistemas nacionais e regionais de inovação (idem).

Os autores (Salavisa & Fontes, 2012), referem ainda que as políticas públicas neste contexto são de enorme relevância na criação de activos essenciais como: uma base forte de conhecimento científico e tecnológico; recursos humanos altamente qualificados; apoio ao empreendedorismo e à promoção de redes de colaboração entre actores públicos e privados. Na ausência destes estímulos e outras falhas de mercado, as empresas em ambos sectores, tem procurado colmatar a falta de actores e ligações com outras estratégias. No caso português, no sector do software, o desenvolvimento é suportado pelas grandes empresas de telecomunicações com elevado grau de internacionalização, e no sector da biotecnologia à falta de empresas, as universidades tomam a liderança na criação de *start-ups* e redes de investigação internacionais (idem).

As universidades e outras instituições intermediárias tem um papel fundamental em ambos sectores e países (idem). As universidades, por um lado, dão origem a um novo tecido empresarial baseado no conhecimento tecnologia, por outro, disponibilizam para os restantes sectores industriais

recursos estratégicos, por exemplo, engenheiros, cientistas, conhecimento científico e tecnológico, parcerias em redes de colaboração de I&D, e oferecem às empresas credibilidade e reputação essencial para o mercado competitivo que actuam. As instituições intermediárias, promovidas e financiadas por agências públicas, também contribuem para o desenvolvimento destes sectores, com a criação de parques de C&T e redes de colaboração entre empresas, universidades e centros de investigação.

As redes de colaboração científica e tecnológica são essenciais para o desenvolvimento dos sectores do software e biotecnologia de ambos os países. Os autores (Salavisa & Fontes, 2012), demonstram que as redes sociais, formais e informais, permitem às empresas adquirirem uma variedade de recursos como, o conhecimento científico e tecnológico, informação sobre oportunidades e potenciais parceiros, recursos humanos, investimento, infra-estruturas, etc. Esta metodologia de Análise de Redes Sociais, permite revelar características próprias dos sectores, no âmbito da informalidade e tipologia de rede. Proporciona revelar também, algumas características particulares da arquitectura de redes ao nível sectorial como a identificação de determinados actores principais no sector de software em Portugal.

A colaboração científica internacional é parte da comunidade científica portuguesa, tal como, a integração em programas europeus de ciência e tecnologia. Desde da sua entrada para a União Europeia, Portugal procurou estar presente nos vários Programas-Quadro, em particular nos projectos direccionados para as TICs e de âmbito industrial. Estas formas de financiamento foram sem dúvida um impulso para a modernização da indústria lusa, caracterizada por ser muito artesanal e pouco inovadora. Os efeitos destes Programas-Quadro listam-se no número de colaboração internacional do sistema nacional de inovação, mas com pouco impacto ao nível académico, de produção científica. De resto, a colaboração internacional, proporciona o desenvolvimento dos sectores altamente tecnológicos e inovadores, por via da criação de redes transnacionais e inter-institucionais competitivas.

Neste enquadramento foi realizado um estudo empírico de âmbito analítico que procura analisar as redes de colaboração internacional, no sector da nanotecnologia, em que participa as instituições do Sistema Científico e Tecnológico Nacional. Neste contexto surgem algumas interrogações pertinentes: como são constituídas estas redes e que tipo de instituições as caracterizam?, Quais as principais instituições no sector da nanotecnologia?, Que tipologia de projectos caracterizam a presença das instituições portuguesas?. A relação transnacional é um factor exigido nos Programas-Quadro da UE, por isso questiona-se, quais os principais parceiros de Portugal no desenvolvimento da nanotecnologia?, quais os países líderes no sector da nanotecnologia?. O enquadramento teórico demonstra a capacidade que a Análise de Redes Sociais tem para caracterizar as redes de colaboração em sectores tecnológicos, neste contexto surgem algumas curiosidades como: quais as características das redes de colaboração com participação portuguesa? qual a sua centralidade? qual a capacidade de difusão e transferência de conhecimento? quais os actores (instituições) com maior influencia e poder nas redes de colaboração com participação portuguesa?.

Estas questões resumem-se no objectivo deste estudo, *caracterizar as redes de colaboração internacional, no campo da nanotecnologia, no qual Portugal participa com o seu Sistema Científico e Tecnológico Nacional*. É também, um contributo para o mapeamento da nanotecnologia a nível nacional, identificando os principais actores e instituições com actividade científica e tecnológica neste sector. Surge neste contexto as seguintes hipóteses de investigação:

H1. As redes de colaboração internacional em nanotecnologia, em projectos de participação portuguesa no 7º Programa-Quadro, representam um contributo para modernização do tecido industrial, por via da relação Universidades-Empresas-Centros de Investigação.

Corolário: É previsível que as instituições empresariais e industriais tenham uma participação maioritária nas redes de colaboração internacional.

H2. O 7º Programa-Quadro para a nanotecnologia europeia, representa um contributo para a internacionalização do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, no sector da nanotecnologia portuguesa.

Corolário: Prevê-se a existência dos principais países europeus (Alemanha, França e Reino Unido) nas redes de colaboração científica internacional participadas por Portugal.

3. Metodologia

Esta dissertação procura configurar as redes de ciência e tecnologia em nanotecnologia em Portugal na perspectiva institucional. Para este fim foi optado a metodologia de Análise de Redes Sociais (ARS) com o objectivo de caracterizar as redes institucionais no 7º Programa-Quadro da União Europeia para o tema “Nanociência, Nanotecnologia e Materiais e Processos”. A ARS é uma metodologia utilizada em diversas áreas científicas como a psicologia, sociologia, marketing ou economia com o objectivo de identificar as relações entre as diferentes unidades de análise (Scott, 2000). As redes sociais são a estrutura social criada pelos indivíduos (ou organizações) ligadas por características interdependentes de diversos tipos (i.e amizade, interesses comuns ou projectos).

No centro da ARS estão as estruturas construídas pelas *ligações* entre os *nodos* que dependem da importância dada à interacção entre os *nodos* ou unidades de estudo (Wasserman & Faust, 1994:4). Segundo alguns autores (Green, Hull, McMeekin, & Walsh, 1999; Kitagawa, 2005), estas unidades de estudo podem configurar entre universidades, laboratórios, centros de investigação, organizações de suporte à inovação e empresas cooperando a vários níveis com os sectores publico, semi-publico e privado (Pekkarinen & Harmaakorpi, 2006).

A ARS, segundo (Coulon, 2005), difere em dois níveis de estudo : *toda a rede*, em que todas as ligações contem uma específica característica da população de estudo (i.e empresas, universidades); e *redes pessoais* (ou egocêntrica), que consiste no estudo das várias ligações que um indivíduo pode ter. O quadro seguinte apresenta os dois níveis de estudo:

Quadro 3.1 - Exemplos de unidades de estudo na Análise de Redes Sociais

Unidades de Estudo	
Nível individual	Nível Organizacional
<ul style="list-style-type: none"> •Cientistas •Inventores •Empreendedores •Actores políticos 	<ul style="list-style-type: none"> •Empresas (i.e PME, Multinacionais) •Outras Organizações (i.e Governos, Universidades, Institutos de I&D, Projectos, <i>clusters</i>)

Fonte: Adaptado (Salavisa, Lança, & Fontes, 2012)

São várias as investigações no âmbito da economia da inovação que tem por base a Análise de Redes Sociais. Os estudos de Deroian (2002) concluem que as redes de difusão são um processo evolucionário e que a inovação é um fenómeno da rede. Riccaboni e Pammoli (2002) afirmam que as empresas utilizam as redes como factor externo de crescimento. Owen-Smith *et al* (2002) compararam a organização e estrutura da investigação científica entre os EUA e a Europa com o objectivo de criar redes de cooperação em I&D.

No âmbito desta dissertação foi efectuado o levantamento de todos os projectos associados ao 7º Programa-Quadro do tema da nanotecnologia. Com recurso à base de dados “CORDIS”⁷ da Comissão Europeia foi possível extrair e identificar os projectos com participação de instituições portuguesas. A recolha desses dados foi processada recurso a base de dados europeia e folhas de Excel⁸, identificando e caracterizando os projectos por: designação; tipo de projecto; data de conclusão; e valor total de financiamento. Neste processo foi também extraídas todas as instituições dos projectos seleccionados e caracterizadas por: nome; país de origem; e tipo de organização⁹.

A identificação do tipo de organização não é descrita pela base de dados CORDIS, para o efeito foi necessário visitar a pagina institucional *online* de cada uma das instituições e analisar o seu conteúdo, nomeadamente a missão e história, com o objectivo de classificar o tipo de organização. Esta classificação foi feita aplicando a heurística utilizada na manual de Frascati (OECD, 2002:55) para a identificação da tipologia de instituição científico-tecnológica (Ensino Superior, Governamental, Empresarial e Privada Não-Lucrativa ‘IPSFL’).

Após a identificação e caracterização dos projectos e instituições, os dados foram preparados para serem computados pelo software de análise de redes sociais. A preparação dos dados consistiu em classificar cada instituição e projecto com um número sequencial único e associar, as instituições portuguesa com as restantes nos vários projectos. Os dados preparados foram introduzidos no software *Gephi* (Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009) que permitiu elaborar estatísticas como também a visualizações da rede, com recurso a diversos algoritmos de ARS.

Este estudo tem como objectivo empírico, encontrar respostas às questões e hipóteses levantadas anteriormente com base na análise estatística descritiva e de redes. A escolha da base de dados “CORDIS” da Comissão Europeia, surge como uma alternativa viável, à recolha de dados de projectos europeus de I&D no sector da nanotecnologia. O acesso a esta base de dados é público mas limitado em termos de informação, para este estudo foi necessário recolher informação complementar de cada instituição referenciada, o que originou alguma dificuldade e introduziu um certo nível de incerteza ao estudo.

⁷ CORDIS, <http://cordis.europa.eu/projects/>

⁸ MS Excel

⁹ O tipo de organização foi identificado com a análise de conteúdo, nomeadamente a missão, do site institucional de cada organização.

4. Colaboração de Portugal nas redes de Ciência e Tecnologia em Nanotecnologia

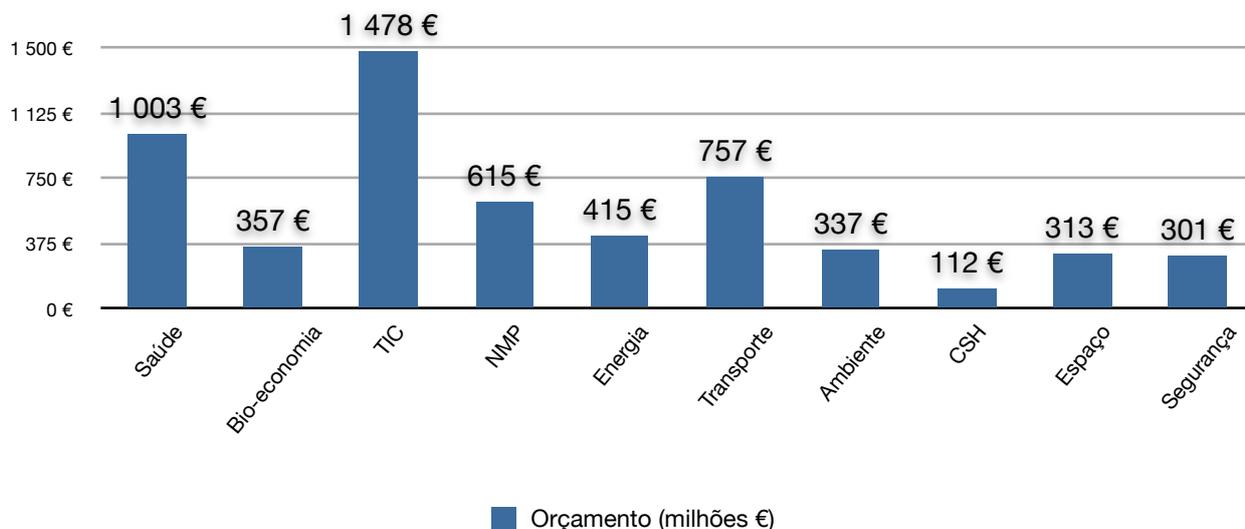
4.1. Redes de Ciência e Tecnologia no 7º Programa-Quadro

A União Europeia tem diversos instrumentos de política científica para a coesão e competitividade do espaço europeu e dos seus estados-membros. Com origem nos anos 80, os Programas-Quadro (PQ) têm dado um impulso para o desenvolvimento científico e tecnológico dos sistemas nacionais de inovação. A nanotecnologia surge com relevo no 4ºPQ, nos anos 90 com 75 projectos no campo dos nano-materiais, seguido do 5º PQ com um aumento do número de projectos, nomeadamente os 523 projectos “Cost Action”, mas foi no 6ºPQ que o total de investimento para as nanociências e nanotecnologia ascendeu os 17,5 mil milhões de euros, promovendo projectos em aplicações industriais como, a química, medicina e saúde, energia, óptica, comunicações, alimentação e ambiente (Kozhukharov & Machkova, 2013).

Actualmente estamos sob o 7º Programa-Quadro (7ºPQ) para a ciência e inovação. Este instrumento político está dividido em quatro categorias principais: Cooperação, Ideias, Pessoas e Capacidades. O 7º PQ financia ainda os projectos EURATOM e JRC. Para a realização deste estudo recorreremos aos projectos centrados no programa “Cooperação”. Este específico programa suporta todas as actividades de colaboração científica transnacionais com o objectivo de criar lideranças científicas e tecnológicas. Os recursos financeiros disponíveis para o programa, atingem os 32,4 mil milhões de euros, distribuídos por 10 áreas¹⁰ sectoriais na produção de conhecimento, tecnologia e inovação, para suportar a cooperação entre universidades, indústria, centros de investigação e instituições públicas europeias e internacionais. O gráfico seguinte representa as disponibilidades financeiras para cada tema do programa “Cooperação” inscritas no orçamento de 2013 do 7º PQ.

¹⁰ No orçamento de 2013 os temas financiados dividem-se em: Saúde; Bio-economia, Agricultura e Pescas; Tecnologias de Informação e Comunicação; Nanociências, Nanotecnologias, Materiais e Novas Tecnologias de Produção (sigla inglesa NMP); Energia; Transporte; Ambiente; Ciências Sociais e Humanidades; Espaço; Segurança.

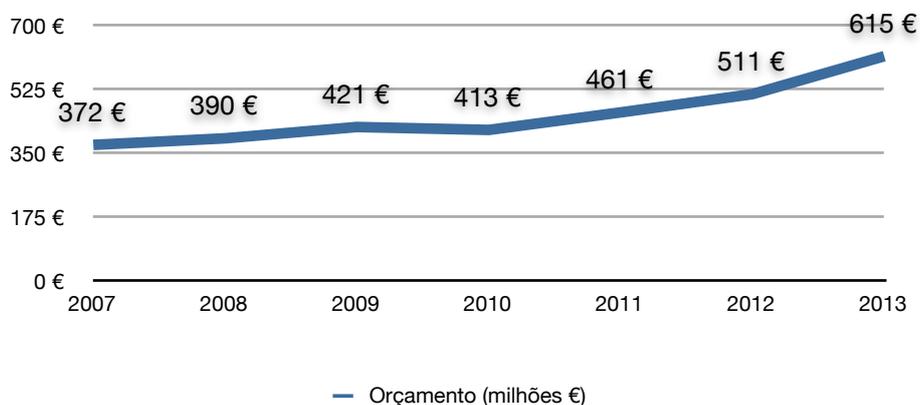
Figura 4.1.1 - Distribuição do orçamento do programa “Cooperação” para 2013



Fonte: Comissão Europeia, 2013

O estudo contempla somente a área dos projectos de Nanociências, Nanotecnologias, Materiais e Novas Tecnologias de Produção, designados daqui em diante por 7ºPQ-NMP. Com um orçamento de 3,5 mil milhões de euros (2007-2013) o tema NMP suporta projectos de cooperação que contemplam 4 áreas de investigação: a criação de novos materiais e sistemas com recurso ao conhecimento e experiência à escala nano; o desenvolvimento de novas superfícies e materiais multifuncionais; inovações na actividade industrial (seja na produção como no processo); e sistemas integrados das três áreas anteriormente descritas. Este tema permitirá criar condições para melhorar a competitividade das indústrias e PME's pela comercialização de produtos de maior qualidade e criação de empregos qualificados (Commission, 2006). O gráfico seguinte apresenta a evolução dos recursos financeiros disponibilizados pelo o orçamento do 7ºPQ para o tema NMP.

Figura 4.1.2 - Evolução do orçamento do 7ºPQ-NMP



Fonte: Comissão Europeia, 2013

4.2. Portugal no 7º Programa-Quadro para a nanotecnologia

Esta análise restringe-se somente à selecção de projectos em que instituições portuguesas estiveram e estão presentes no 7ºPQ-NMP do Programa “Cooperação” da União Europeia. No total forma analisados 89 projectos e 994 instituições, para o período de 2007 a 2013¹¹, o gráfico seguinte representa a presença portuguesa nestes projectos.

Figura 4.2.1 - Distribuição das Instituições em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, em quantidade, por país.

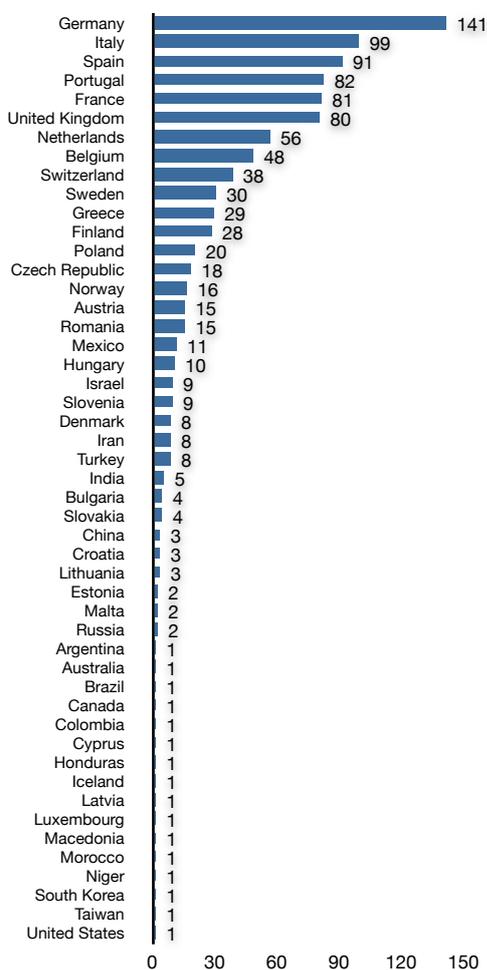
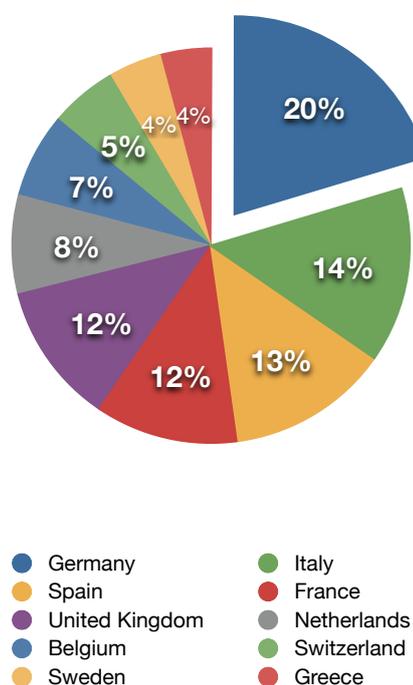


Figura 4.2.2 - Distribuição das Instituições em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, em %, TOP10, por país.



Fonte: Cordis, 2013

Fonte: CORDIS, 2013

Portugal faz-se representar, no 7ºPQ-NMP, com 82 instituições representando 8% do total das 994. A liderança cabe a Alemanha com 141 instituições, seguido da Itália e Espanha com 99 e 91 instituições respectivamente. Apesar da distribuição de países ser dispersa a nível global, a

¹¹ Maio de 2013

colaboração internacional de Portugal na área da nanotecnologia centra-se nos países-membros da UE e em especial com os três referidos anteriormente. A França e o Reino Unido estão presentes com o mesmo número médio de instituições portuguesas. Esta distribuição caracteriza-se por depender da análise selectiva de projectos com participação portuguesa.

Estes dados permitem corroborar algumas observações retratadas em estudos anteriores sobre os Programas-Quadro europeus, nomeadamente no que respeita aos países que lideram a I&D na União Europeia, como a Alemanha e França (Garas & Argyrakis, 2008). A empírea também demonstra coerência com estudos anteriores (Pandza et al., 2011), os países com maior impacto são a Alemanha, Itália, Espanha e França, representando mais de metade das instituições presentes nos projectos com presença portuguesa no 7º Programa-Quadro. A centralidade destes países e o seu forte sistema científico e tecnológico podem contribuir para este desenho de distribuição geográfica dos projectos de nanotecnologia.

O programa “Cooperação” segue os padrões gerais da teoria *Triple Helix* de Etzkowitz (2008; 2000) financiando projectos de colaboração entre vários tipos e origens institucionais no seio dos países-membros. Para o efeito deste estudo foram identificadas todas as instituições do 7ºPQ-NMP, segundo o manual de Frascati¹² que classifica as instituições de Investigação e Desenvolvimento (I&D) em quatro tipos: Ensino Superior; Empresas; Governamentais; e Instituições Particulares Sem Fins Lucrativos. Os gráficos seguintes identificam o tipo de instituições participantes no 7ºPQ-NMP numa perspectiva comparativa entre Portugal e os restantes países¹³.

Figura 4.2.3 - Distribuição das **instituições portuguesas** em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo.

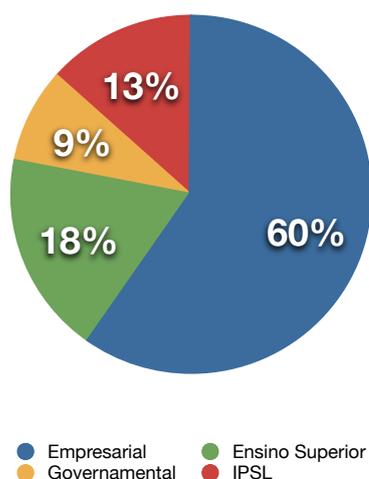
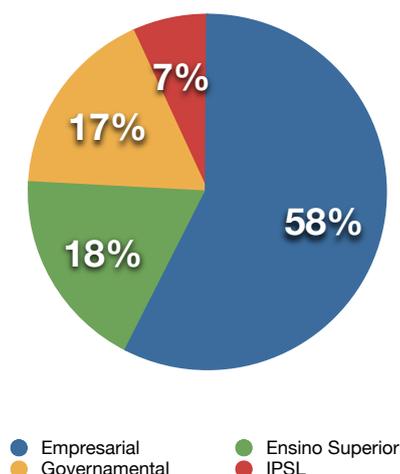


Figura 4.2.4 - Distribuição do **total das instituições** em projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo.



Fonte: CORDIS, 2013

¹² Manual de Frascati revisto em 2002

¹³ Para uma análise mais extensa da número de instituições ver o anexo A - Quantidade de instituições por país e por tipologia na rede 7ºPQ com participação portuguesa.

Num esforço para reforçar o caminho traçado pela agenda de Lisboa, para uma economia baseada no conhecimento e uma Europa mais competitiva (Europeu, 2000; Rodrigues, 2003), este programa reflecte a estratégia optada pelos Estados-Membros, em aproximar o tecido empresarial aos centros de conhecimento. Os gráficos traduzem a realidade do sector da nanotecnologia com mais de metade das instituições que recorrem a este tipo de financiamento serem instituições do sector empresarial, verifica-se também que as instituições do ensino superior representam quase 20% do total. Numa análise comparativa, nota-se uma sintonia entre, os sectores empresariais e ensino superior, contudo no que respeita ao sector governamental, Portugal apresenta um menor número de instituições, enquanto as IPSFL portuguesas recorrem muito mais ao financiamento do 7ºPQ-NMP.

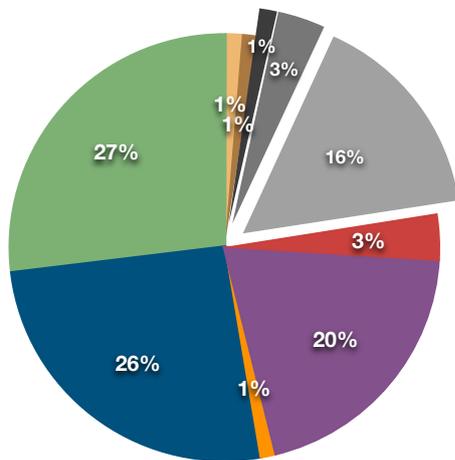
As IPSFL são centros de investigação, muitos dos quais de índole académica, que se desenvolveram durante a década de 90, capacitando o Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN) de uma dinâmica mais competitiva. A existência de um maior número de IPSFL no panorama científico-tecnológico da nanotecnologia portuguesa, vai de encontro com a estrutura do próprio SCTN, caracterizado por IPSFLs de origem pública, com uma forte componente de laboratórios associados, que juridicamente titulados por “Instituições Privadas Sem Fins Lucrativo”, permite-lhes maior flexibilidade na captação de financiamentos públicos e privados. O sector das IPSFL é mais forte em Portugal relativamente aos restantes países europeus, um cenário que indica porventura o apoio governamental à diversidade institucional das unidades de investigação (Coelho, 2012).

Estes primeiros dados indicam que os projectos do Programa-Quadro para a nanotecnologia decorrem da colaboração entre Universidades (Ensino Superior), o tecido empresarial e industrial, e os centros de investigação, aqui representados pelos laboratórios do Estado e IPSFL. Que entre si formam redes de colaboração para potenciar o desenvolvimento de conhecimento e tecnologia pré-competitiva, por via dos projectos do 7º Programa-Quadro (Larédo, 1998; Salavisa & Fontes, 2012).

No que respeita ao tipo de projectos do 7ºPQ-NMP estes são classificados, segundo a Comissão Europeia, em 10 categorias¹⁴. Estas classificações dependem da missão e objectivos dos projectos, por exemplo: projectos de suporte à actividade de I&D em nanociências e nanotecnologia, projectos de colaboração industrial ou projectos direccionados à Pequenas e Médias Empresas. No total são 89 projectos com financiamento na ordem dos 565 milhões de euros. O gráfico seguinte apresenta a distribuição segundo o tipo de projecto e financiamento total.

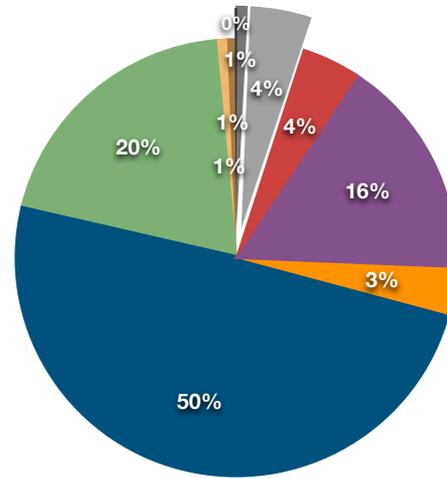
¹⁴ “Collaborative project (generic); Collaborative Project targeted to a special group (such as SMEs); Coordination (or networking) actions; ERA-NET Plus; Large-scale integrating project; Small or medium-scale focused research project; Small/medium-scale focused research project for specific cooperation actions dedicated to international cooperation partner countries(SICA); Specific Support Action; Support actions; No contract type”

Figura 4.2.5 - Distribuição da **quantidade de projectos** do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo de projecto.



- Specific Support Action
- Support actions
- Coordination (or networking) actions
- Collaborative project (generic)
- Collaborative Project targeted to a special group (such as SMEs)
- ERA-NET Plus
- Large-scale integrating project
- Small or medium-scale focused research project
- Small/medium-scale focused research project for specific cooperation act
- No contract type

Figura 4.2.6 - Distribuição do **financiamento nos projectos** do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por tipo de projecto.



- Specific Support Action
- Support actions
- Coordination (or networking) actions
- Collaborative project (generic)
- Collaborative Project targeted to a special group (such as SMEs)
- ERA-NET Plus
- Large-scale integrating project
- Small or medium-scale focused research project
- Small/medium-scale focused research project for specific cooperation actions
- No contract type

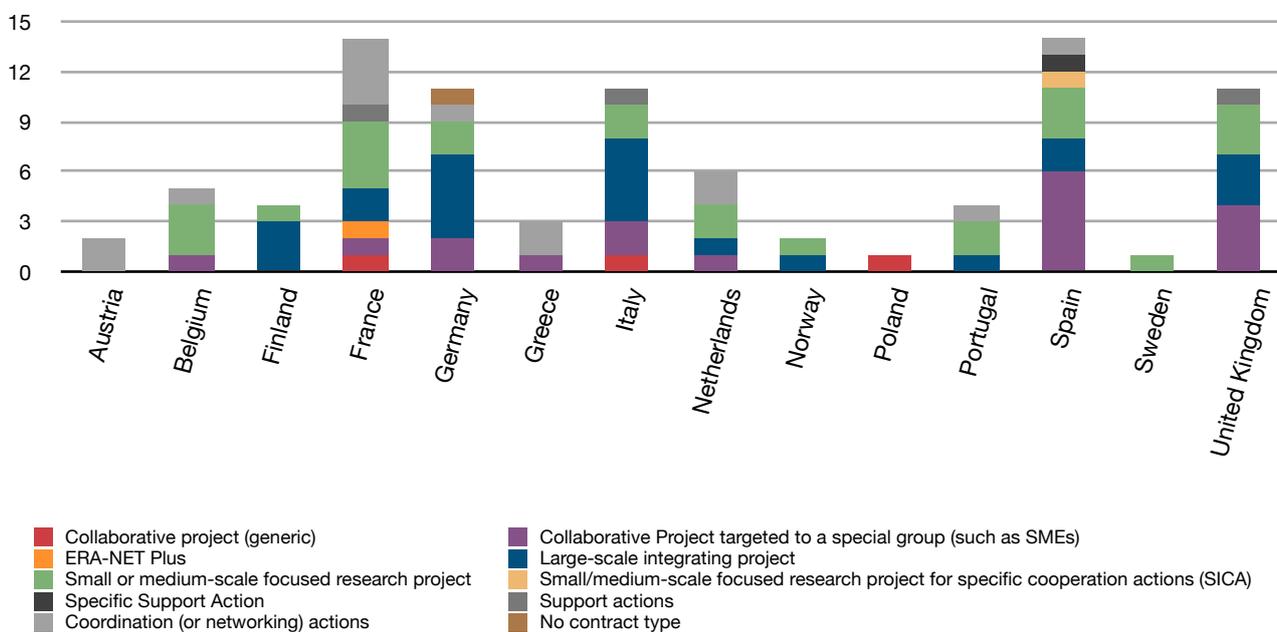
Fonte: CORDIS, 2013

Destas distribuições pode-se deduzir que existem dois grupos de projectos financiados pelo 7ºPQ-NMP. O grupo dos projectos caracterizados por estarem direccionados para o suporte à actividade de C&T em nanotecnologia, são estes: “*Specific Support Action*”; *Support Action*” e “*Coordination (or network) Actions*”. Representam 20% do total essencialmente instituições intermediárias e de suporte aos sistemas de inovação dos países-membros, como é exemplo em Portugal, a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Por outro lado, o grupo de projectos que financiam directamente a actividade de I&D, ou seja, projectos com origem na colaboração entre as empresas, centros de investigação e universidades.

Os gráficos indicam ainda que 50% do financiamento do programa destina-se aos “projectos integrados de grande escala”, sendo estes somente 26% do total de projectos. Os projectos direccionados para PMEs e os de média e pequena escala representam aproximadamente metade do total de projectos e levam cerca de 40% do financiamento. Estas distribuições indicam a orientação estratégica do próprio programa “Cooperação”, com o objectivo de aumentar a competitividade da economia europeia, mas limitado pelos seus sub-programas e tipologia de projectos apoiados (Larédo, 1998).

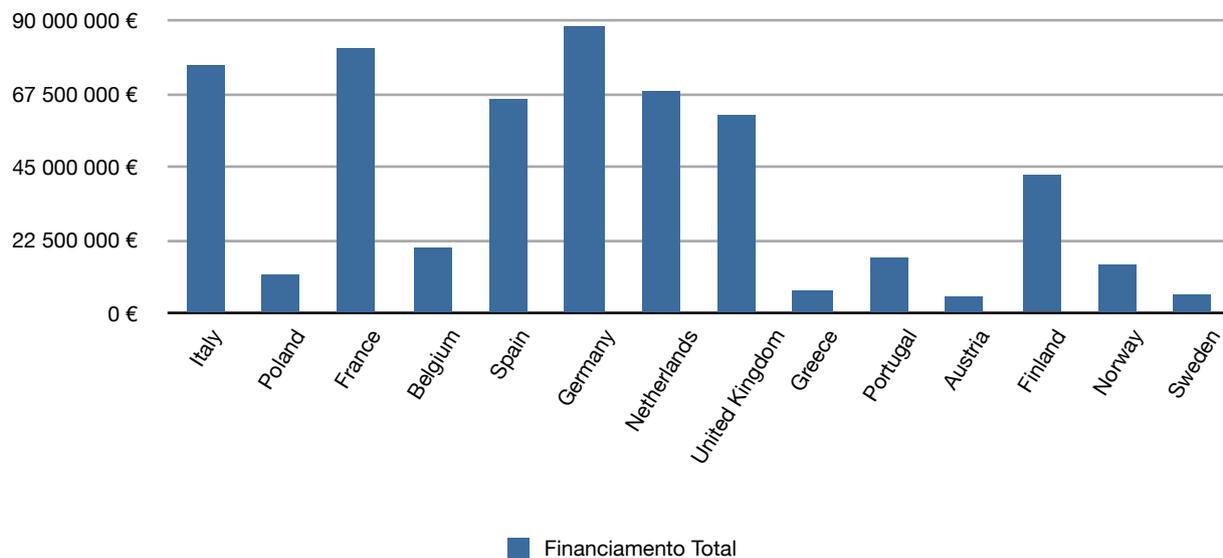
O financiamento dos Programas-Quadros, é gerido pela Comissão Europeia com fundos de todos os países-membros. O financiamento dos projectos do 7ºPQ-NMP é composto pelos recursos europeus e das instituições participadas nesses projectos. Cada projecto tem uma instituição que coordena as actividades de I&D na colaboração intra e inter institucional. Os 89 projectos do 7ºPQ-NMP analisados, integram 51 países europeus e terceiros como os EUA a China ou a Índia. Estes projectos são coordenados por 14 países-membros, dos quais se destacam a França, a Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido como países com maior número de coordenações. Os gráficos seguintes apresentam a distribuição do tipo de projectos e financiamento por país coordenador.

Figura 4.2.7 - Distribuição do tipo de projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por país coordenador.



Fonte: CORDIS, 2013

Figura 4.2.8 - Distribuição do financiamento nos projectos do 7ºPQ-NMP com presença portuguesa, por país coordenador.



Fonte: CORDIS, 2013

As distribuições anteriores indicam que existe alguma especialização dos países-membros por tipo de projectos. Países como a Alemanha, França, Itália, Espanha ou Reino Unido coordenam diversos projectos, existindo uma distribuição mais dispersa. Por outro lado, temos países que apresentam maior concentração de determinados tipos de projectos, é o exemplo de Portugal que coordena somente 3 tipos: “*Large-scale integrated project*”, “*Small or medium-scale focused research project*” e “*Coordenation (or network) Action*”. Pelas seguintes instituições:

Quadro 4.2.1 - Projectos coordenados por Portugal no 7ºPQ-NMP com presença portuguesa.

Projecto	Instituição Coordenadora	Financiamento total
FIND AND BIND	Universidade do Minho	4 646 008 €
INNOMATNET	Sociedade Portuguesa de Inovação	1 422 705 €
NANOFOL	Universidade do Minho	6 631 807 €
NET-CHALLENGE	INESC Porto	4 336 327 €

A Universidade do Minho é a instituição que se destaca com dois tipos de projectos no valor aproximados de 11 milhões de euros: O “FIND AND BIND” é um projecto na área da biotecnologia com o objectivo de estudar a interacção das células em nano-superfícies; e o projecto “NANOFOL” centra-se na área da nanomedicina e a criação de nano-dispositivos para elaboração de diagnósticos e terapias clínicas. O INESC do Porto, coordena o “NET-CHALLENGE”, um projecto que tem a missão de criar um modelo de colaboração industrial com o objectivo de aumentar a eficiência das redes industriais. O “INNOMATNET” gerido pela Sociedade Portuguesa de Inovação, consiste num

projecto com o objectivo de aproximar os laboratórios de investigação à indústria, por via do apoio à criação de equipas inovadoras.

Para caracterizar melhor a presença portuguesa no 7ºPQ-NMP, este estudo recorre a Análise de Redes Sociais (ARS) com o objectivo de compreender a complexidade institucional existente entre Portugal e os restantes países-membros.

4.3. Análise da Rede de Ciência e Tecnologia de Portugal no 7ºPQ-NMP

O 7ºPQ-NMP aqui definido consiste no conjunto de projectos com a participação de instituições portuguesas. Foram identificadas 994 instituições, aqui definidos por “*nodos*” com dois tipos de características ou propriedades: País de origem e Tipo de Instituição¹⁵. No âmbito desta análise as “*ligações*” entre as instituições são caracterizadas pelos projectos. Após a classificação de todos os projectos e instituições os dados foram computados em software de ARS e produzidos diversas estatísticas e visualizações da rede¹⁶. Para a análise estatística das redes consideramos que os “*grafos*” gerados são indirectos, ou seja, em cada ligação entre instituições existe transferência bidireccional de conhecimento, tecnologia ou outros recursos inerentes ao projecto. O quadro seguinte, representa as principais características da rede, do 7ºPrograma-Quadro NMP, formado pelos projectos em que Portugal participa com uma ou mais instituições.

Quadro 4.3.1 - Características estruturais da rede do 7ºPQ-NMP, com participação portuguesa.

Características	7ºPQ-NMP* (valores)
Nodos	994
Ligações	2033
Número de Componentes	19
Tamanho dos grandes Componentes	947
% dos Grandes Componentes	95,2
Densidade (%)	0,40
Coefficiente de clusterização	0,35
Comprimento médio do caminho	4,293
Diâmetro	8
Grau de centralidade (média)	2,04
Betweenness (média)	0,003
Eigenvector (média)	0,065
Proximidade (média)	0,237

*Fonte: CORDIS, dados disponíveis em Maio 2013. Inclui só projectos com participação portuguesa. Estatísticas processadas pelo software Gephi.

¹⁵ Segundo o manual de Frascati: Ensino Superior; Empresas; Governamentais; e IPSFL

¹⁶ Ver anexo B - Visualização da rede C&T do 7ºPQ-NMP com participação portuguesa: por tipologia e por país.

Com o intuito de mensurar distancia entre instituições da rede de colaboração do 7ºPQ-NMP, o quadro anterior identifica e classifica o *tamanho dos grandes componentes*. O componente é o máximo grupo de *nodos* (instituições) de qualquer gráfico e quaisquer *ligações* (projectos) entre estes, que formam um sub-rede, ou seja todas as instituições desta sub-rede estão ligadas por um ou mais caminhos, mas não possuem *ligações* para fora da sub-rede (Aimilia Protogerou et al., 2010). Verifica-se que os *grandes componentes* cobrem grande parte da rede (95,2%) das instituições do 7ºPQ-NMP, indicando que a maioria das instituições participantes neste Programa-Quadro com Portugal, colaboram directa ou indirectamente.

Outra medida geodésica é o *comprimento médio do caminho*, que representa, em média, a distancia entre dois pares de *nodos* (ou instituições). O caminho mais longo é representado, por excelência, pelo *diâmetro* da rede (idem). Nesta rede, em particular, a distancia média entre duas instituições está em quatro passos (4,3), enquanto o caminho mais longo situa-se nos 8 passos. Face a estas dimensões, pode-se afirmar que a distancia entre duas instituições nesta rede é relativamente pequena, indicando a capacidade de qualquer instituição contactar outra, facilitando a difusão de conhecimento e informação pela rede. Mais ainda, a rede é relativamente pequena considerando o número de instituições e ligações (994 instituições unidas por 2033 ligações), promovendo mais uma vez o contacto directo entre instituições.

Um olhar focado nas instituições é traduzido na mensuração das medidas de centralidade da rede de colaboração do 7ºPQ-NMP, na qual participa os actores institucionais portugueses. O *grau de centralidade* corresponde a um certo nível de poder na rede mas complementado com outra medida central, como o *eigenvector*, permite reconhecer a importância dos actores institucionais (Aimilia Protogerou et al., 2010). O quadro seguinte apresenta o *ranking* de instituições nesta rede com maior *grau de centralidade* e importância, respectivamente¹⁷.

Quadro 4.3.2 - TOP10 das instituições por *grau de centralidade* e importância

#	<i>grau de centralidade</i>	<i>Tipo de instituição</i>	<i>eigenvector</i>	<i>Tipo de instituição</i>
1	Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT)	Governamental	Centro Tecnológico do Calçado	IPSFL
2	Instituto Superior Técnico	Ensino Superior	Basilius - Empresa produtora de calçado, S.A.	Empresarial
3	INESC Porto	IPSFL	CEI - Companhia de Equipamentos Industriais, LDA	Empresarial
4	Universidade de Aveiro	Ensino Superior	Curtumes Aveneda, LDA	Empresarial
5	Universidade do Minho	Ensino Superior	J. Sampaio & Irmão, LDA	Empresarial

¹⁷ Ver visualização em Anexo C - Visualização do *ranking* das instituições da rede C&T do 7ºPQ-NMP com participação portuguesa, por Grau

#	grau de centralidade	Tipo de instituição	ingenvector	Tipo de instituição
6	INL - Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia	Governamental	Instituto Superior Técnico	Ensino Superior
7	Centro Tecnológico do Calçado	IPSFL	INESC Porto	IPSFL
8	ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade	Empresarial	Universidade de Aveiro	Ensino Superior
9	CENTITVC - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos Funcionais e Inteligentes	IPSFL	TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT (Finlândia)	IPSFL
10	Basilus - Empresa produtora de calçado, S.A.	Empresarial	INL - Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia	Governamental

Fonte: CORDIS, dados disponíveis em Maio 2013. Inclui só projectos com participação portuguesa. Estatísticas processadas pelo software Gephi, (tipo de ligação indirecta normalizada no intervalo [0,1]).

Do quadro anterior podemos identificar que existem actores centrais que apresentam muitas ligações, propondo algum poder de influência na rede. A Fundação para a Ciência e Tecnologia, apresenta o maior grau de centralidade, facto inerente à sua função como agência governamental para a gestão da ciência, nomeadamente o financiamento das instituições do Sistema Científico e Tecnológico Nacional. As Universidades tem um papel importante na disseminação e transferência de conhecimento, por isso estão nos primeiros lugares no *ranking* da centralidade. Ponderando o grau de centralidade com todas as ligações institucionais, o sector empresarial ocupa um lugar de destaque no nível de importância nesta rede. Estes resultados demonstra a orientação deste Programa-Quadro para tecnologia pré-competitiva e colaboração entre Universidades, Centros de Investigação e o tecido empresarial. O quadro seguinte apresenta o *ranking* de instituições definido pelas medidas de centralidade: *proximidade* e *betweeness*¹⁸.

Quadro 4.3.3 - TOP5 das instituições por proximidade e betweeness.

#	betweeness	Tipo de instituição	Proximidade	Tipo de instituição
1	Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT)	Governamental	Universidade de Aveiro	Ensino Superior
2	FRAUNHOFER	IPSFL	Instituto Superior Técnico	Ensino Superior
3	Universidade de Aveiro	Ensino Superior	FRAUNHOFER	IPSFL
4	Instituto Superior Técnico	Ensino Superior	Universidade do Minho	Ensino Superior
5	Universidade do Minho	Ensino Superior	CENTITVC - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos Funcionais e Inteligentes	IPSFL

Fonte: CORDIS, dados disponíveis em Maio 2013. Inclui só projectos com participação portuguesa. Estatísticas processadas pelo software Gephi, (tipo de ligação indirecta, normalizada no intervalo [0,1])

¹⁸ Ver visualização em Anexo D - Visualização do *ranking* das instituições da rede C&T do 7ºPQ-NMP com participação portuguesa: por *proximidade* e *betweeness*

A variável *betweenness* de um *nodo* mede a capacidade desse *nodo* participar como intermediário ou *gatekeeper*, com potencial controlo sobre os outros *nodos* (Coulon, 2005; Aimilia Protogerou et al., 2010; Wasserman & Faust, 1994:188). Neste contexto, verifica-se que Universidades são elos de ligação na colaboração científica e tecnológica neste Programa-Quadro. O mesmo verifica-se no que respeita à variável “proximidade”, uma medida que revela a capacidade das instituições comunicarem rapidamente com as restantes (Aimilia Protogerou et al., 2010), ou seja uma instituição com maior centralidade consegue interagir rapidamente com os outros (Coulon, 2005; Wasserman & Faust, 1994:188). Este quadro revela, o papel fundamental das Universidades e Centros de Investigação na promoção da transferencia de conhecimento e informação entre as instituições que compõem esta rede.

5. Conclusões

As sociedades ditas modernas dependem de estruturas sócio-económicas baseadas no conhecimento e tecnologia para prosperar o bem-estar dos seus cidadãos. Estas sociedades desenvolvem mecanismos de transformação que permitem os diversos sectores económicos competirem entre si ao nível nacional e internacional. O mecanismo mais notável é a estrutura da sua própria economia, com foco no conhecimento, são edificados centros de saber como as universidades e laboratórios de investigação, com advento de novas tecnologias as empresas e indústrias modernizam-se. E com a complexidade das interacções sociais e económicas, os estados e governos intervêm na mediação e regulação da actividade económica.

A ciência e a tecnologia têm um papel fundamental nesta transformação social e económica, as instituições que as representam, formam os Sistemas Científicos e Tecnológicos Nacionais (SCTN), que promovem a interacção entre as universidades, centros de investigação, empresas e agências governamentais. Estes sistemas funcionam mediante regras próprias e apresentam padrões singulares na produção de conhecimento e transferência de tecnologia. São constituídos por instituições heterogéneas que colaboram em formato de rede para atingir os seus diferentes objectivos.

Com a integração europeia, os diversos países captaram para si os vários instrumentos de promoção e financiamento dos seus SCTN. Um destes instrumentos de política científica europeia são os Programas-Quadro (PQ), com mais de três décadas de funcionamento permitiu não só o desenvolvimento da ciência, como também, aproximar os diferentes países-membros num objectivo comum de criação de um Espaço Europeu de Investigação, promovendo ao mesmo tempo a integração europeia. O actual, 7º Programa-Quadro, está dividido em categorias principais: Cooperação, Ideias, Pessoas e Capacidades.

Este estudo, debruçou-se em particular sobre o 7º Programa-Quadro (2007-2013) observando a participação de Portugal no programa “Cooperação” para as “Nanociências, Nanotecnologias, Materiais e novas tecnologias de Produção” (7ºPQ-NMP). O objectivo do estudo consiste na caracterização das redes de ciência e tecnologia, no sector da nanotecnologia, originadas pela colaboração das instituições portuguesas participadas no 7ºPQ-NMP. Deste contexto surgiu as considerações, “quem, como e porquê”. Quem são os actores institucionais destas redes? Como se relacionam entre si? e “Porquê modelos de colaboração em rede?”. Da revisão da literatura seleccionada são colocadas duas hipóteses de investigação: a primeira corrobora o modelo tripartido “universidade-Centro Investigação-Empresa” de colaboração científica e tecnológica em nanotecnologia é o modelo preferencial na captação de financiamento da política europeia para a ciência: a segunda, objectiva o 7º Programa-Quadro como instrumento para a internacionalização do Sistema Científico e Tecnológico Nacional nomeadamente no sector da nanotecnologia.

Para este efeito, foram identificados todos os projectos deste programa com presença de instituições portuguesas, seguido da classificação das instituições e registadas as suas ligações. Deste processo, resultaram dois níveis de análise: um macro, que consiste na caracterização dos projectos do 7ºPQ-NMP; e ao nível meso, focou-se na caracterização das relações entre as instituições. A metodologia empregue nestas análises consistiram no método analítico com base nas estatísticas descritiva e de Análise de Redes Sociais. E os resultados são os seguintes:

Nível macro;

- Foram identificados 89 projectos e 994 instituições no 7ºPQ-NMP com presença de instituições portuguesas, com funções de coordenação e/ou participação. Os países com maior participação são a Alemanha (141), Itália (99), Espanha (91), França (81), Reino Unido (80). Portugal, está representado nos projectos com 82 instituições.
- Dos 89 projectos do 7ºPQ-NMP identificados, Portugal coordena quatro (FIND AND BIND; INNOMATNET; NANOFOL; NET-CHALLENGE), no valor de financiamento que atinge os 11 milhões de euros. As instituições coordenadoras são a Universidade do Minho, o INESC Porto e a Sociedade Portuguesa de Inovação.
- Os projectos do 7ºPQ-NMP analisados são constituídos por quatro tipologias de instituições: 60% empresas ou indústrias; 18% Ensino Superior (Universidades); 17% agências governamentais (centros e laboratórios de investigação estatais); 7% Instituições Privadas Sem Fins Lucrativos (centros de investigação científica e tecnológica). No caso particular das instituições portuguesas, estas diferem da média europeia, na menor presença das agências governamentais (9%), mas em valor superior nas IPSFL (13%).
- Os projectos estudados estão distribuídos em 10 categorias das quais se destacam os projectos de coordenação e projectos de integração de grande-escala. O primeiro tipo representa 16% do total de projectos, mas captam só 4% do financiamento do 7ºPQ-NMP. O segundo, direccionado para os grandes projectos, representam 26% do total, contudo absorvem 50% do total de financiamento deste Programa.
- A Alemanha, França, Espanha, Itália, Holanda e Reino Unido, são os países com maior quantidade e diversidade de projectos coordenados, que representam cerca de 441 milhões de euros do total de financiamento do 7ºPQ-NMP.

Nível meso:

- A rede de colaboração científica e tecnológica do 7º PQ-NMP com presença das instituições portuguesas é uma rede de pequena dimensão, em que a distancia entre duas quaisquer instituições é relativamente pequena facilitando a difusão e partilha de conhecimento e informação.
- São as universidades que representam esse papel de difusão e partilha de conhecimento nesta rede, os dados indicam a Universidade de Aveiro e o Instituto Superior Técnico como as instituições do Ensino Superior com maior importância nesta função. A Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) assume um papel mais central na rede devido à sua missão de coordenar o SCTN e estar presente nos projectos de coordenação que agregam o maior número de instituições. Por outro lado o sector empresarial, apresenta dados que classifica-o com maior grau de importância nesta

rede. São exemplos desta importância as instituições, “Centro Tecnológico do Calçado”, “Basilius-Empresa produtora de calçado, SA” ou a “CEI-Companhia de Equipamentos Industriais, LDA”. Não descurando o sector governamental, surge o “Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia (INL)”, como sendo uma instituição com um elevado grau de centralidade e importância na rede do 7ºPQ-NMP.

- Os dados ainda indicaram que as instituições mais promotoras da intermediação na rede de colaboração científica e tecnológica do 7ºPQ-NMP são: o instituto alemão “FRAUNHOFER” e as instituições do ensino superior, “Universidade do Minho”, Universidade de Aveiro” e “Instituto Superior Técnico”.

Os resultados obtidos com esta metodologia permitiram responder à várias questões levantadas pela investigação. Em suma, o sector da nanotecnologia no Sistema Científico e Tecnológico Nacional é caracterizado por uma forte presença de instituições do Ensino Superior, revelando um sector incipiente com necessidade de conhecimento académico. Face aos novos desafios de competitividade, verifica-se que o tecido empresarial e industrial, procura não só a colaboração com as universidades, como parcerias internacionais. O 7º Programa-Quadro para as “Nanociências, Nanotecnologias, Materiais e novas tecnologias de Produção” é um instrumento inclusivo utilizado pelas diversas instituições do SCTN que promove a colaboração em rede e proporciona a disseminação de conhecimentos e tecnologias.

Este estudo apresentou um metodologia específica, Análise de Redes Sociais, e dois níveis de análise do objecto de estudo, uma observação macro e meso dos projectos e instituições participadas no 7ºPQ-NMP. Para melhorar a compreensão sobre o sector da nanotecnologia em Portugal é sugerido em futuras investigações análises micro, ou seja, ao nível das organizações como estudos etnográficos ou análise de conteúdo de âmbito qualitativo.

6. Bibliografia

- Allhoff, F., Lin, P., Moor, J., Weckert, J., & Roco, M. C. (2007). *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*: Wiley.
- Autant-Bernard, C., Billand, P., Frachisse, D., & Massard, N. (2007). Social distance versus spatial distance in R&D cooperation: Empirical evidence from European collaboration choices in micro and nanotechnologies. *Papers in Regional Science*.
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). *Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks*.
- Caraça, J. M. G., Portuguesa, U. T. d. L. C. d. I. s. E., Tecnológica, J. N. d. I. C. e., & Centro de Estudos, E. e. S. (1993). *Study of the impact of community RTD programmes on the Portuguese S&T potential: a report to the Commission of The European Communities*: Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.
- Coelho, J. P. C. P. (2012). *A Evolução da Investigação em Portugal- O Impacto das Políticas Científicas na Ciência e na Economia*. Lisboa.
- Comissão Europeia. (2004). *Comunicação da comissão: "Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias"*. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.
- Comissão Europeia. (2007). *Comunicação da comissão: Nanociências e Nanotecnologias: Plano de Acção para a Europa 2005-2009. Primeiro Relatório de Execução 2005-2007 {COM (2004) 338 Final}*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu>.
- Comissão Europeia. (2011). *Recomendação da Comissão de 18 de Outubro de 2011 sobre a definição de nanomaterial (2011/696/UE)*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu>.
- Comissão Europeia. (2012). *Segunda revisão regulamentar relativa a «nanomateriais» {SWD(2012) 288 final}*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu>.
- Commission, E. (2006). *FP7 : tomorrow's answers start today*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/research/fp7>.
- Commission, E. (2008). *Regulatory Aspects of Nanomaterials: Summary of legislation in relation to health, safety and environment aspects of nanomaterials, regulatory research needs and related measures {COM(2008) 366 final}*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf>.
- Coulon, F. (2005). The use of social network analysis in innovation research: A literature review. *Unpublished paper. Lund University, Lund, Sweden*.
- Deroian, F. (2002). Formation of social networks and diffusion of innovations. *Research policy*, 31(5), 835-846.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*: Routledge.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and ,ÄúMode 2,Äù to a Triple Helix of university,Äiindustry,Äìgovernment relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.

- Europeu, P. (2000). *Conselho Europeu de Lisboa 23 e 24 de março de 2000: Conclusões da Presidência*. Retrieved from http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_pt.htm.
- Feynman, R. P. (1960). There's plenty of room at the bottom. *Engineering and Science*, 23(5), 22-36.
- Garas, A., & Argyrakis, P. (2008). A network approach for the scientific collaboration in the European Framework Programs. *EPL (Europhysics Letters)*.
- Gibbons, M. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*: Sage Publications.
- Green, K., Hull, R., McMeekin, A., & Walsh, V. (1999). The construction of the techno-economic: networks vs. paradigms. *Research policy*, 28(7), 777-792.
- Gusmao, R. (2001). Research networks as a means of European integration. *Technology in society*.
- Horta, H. (2010). The role of the state in the Internationalization of universities in catching-up countries: An analysis of the Portuguese higher education system. *Higher Education Policy*, 23(1), 63-81.
- Kitagawa, F. (2005). The Fukuoka Silicon Sea-belt Project, An East Asian Experiment in Developing Transnational Networks. *European Planning Studies*, 13(5), 793-799.
- Kozhukharov, V., & Machkova, M. (2013). Nanomaterials and nanotechnology: European initiatives, status and strategy(review). *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 48(1), 3-11.
- Larédo, P. (1998). The networks promoted by the framework programme and the questions they raise about its formulation and implementation. *Research Policy*.
- Manfred, P., & Thomas, S. (2011). Determinants of Collaboration in European R&D Networks: Empirical Evidence from a Discrete Choice Model. *Industry & Innovation*, 18.
- María-Antonia, O.-P., Juan, G., Martin, W., Christian, G., & Carlos, O.-G. (2013). The influence of European Framework Programmes on scientific collaboration in nanotechnology. *Scientometrics*.
- OECD. (2002). *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*. OECD.
- Owen-Smith, J., Riccaboni, M., Pammolli, F., & Powell, W. W. (2002). A comparison of US and European university-industry relations in the life sciences. *Management Science*, 48(1), 24-43.
- Pandza, K., Wilkins, T., & Alfoldi, E. (2011). Collaborative diversity in a nanotechnology innovation system: Evidence from the EU Framework Programme. *Technovation*.
- Patricio, M. T. (2010). Science Policy and the Internationalisation of Research in Portugal. *Journal of Studies in International Education*, 14(2), 161-182.
- Pekkarinen, S., & Harmaakorpi, V. (2006). Building regional innovation networks: The definition of an age business core process in a regional innovation system. *Regional Studies*, 40(4), 401-413.
- Pereira, T. T. S. (1996). Uma análise do impacto das políticas europeias na colaboração internacional em investigação científica em Portugal e no Reino Unido. *Análise Social*, 229-265.

- Protogerou, A., Caloghirou, Y., & Siokas, E. (2010). Policy-driven collaborative research networks in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*.
- Protogerou, A., Caloghirou, Y., & Siokas, E. (2011). *Heterogeneity of technological knowledge flows in EU-funded collaborative research networks*. Paper presented at the DIME Conference.
- Protogerou, A., Caloghirou, Y., & Siokas, E. (2012). Twenty-five years of science-industry collaboration: the emergence and evolution of policy-driven research networks across Europe. *The Journal of Technology Transfer*.
- Riccaboni, M., & Pammolli, F. (2002). On firm growth in networks. *Research policy*, 31(8), 1405-1416.
- Rodrigues, M. J. (2003). Conselho Europeu de Lisboa: Conclusões da Presidência (P. Cadeiras, Trans.). *A Agenda Económica e Social da União Europeia: A Estratégia de Lisboa*. Lisboa: Dom Quixote.
- Roediger-Schluga, T., & Barber, M. (2008). R&D collaboration networks in the European Framework Programmes: Data processing, network construction and selected results. *International Journal of Foresight*, 4(1).
- Salavisa, I., & Fontes, M. (2012). *Social Networks, Innovation and the Knowledge Economy*: Routledge.
- Salavisa, I., Lança, I. S., & Fontes, M. (2012). *Social Networks, Innovation and the Knowledge Economy*: Routledge.
- Scott, J. (2000). *Social network analysis: A handbook*. Sage Publications Limited.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*: Cambridge University Press.

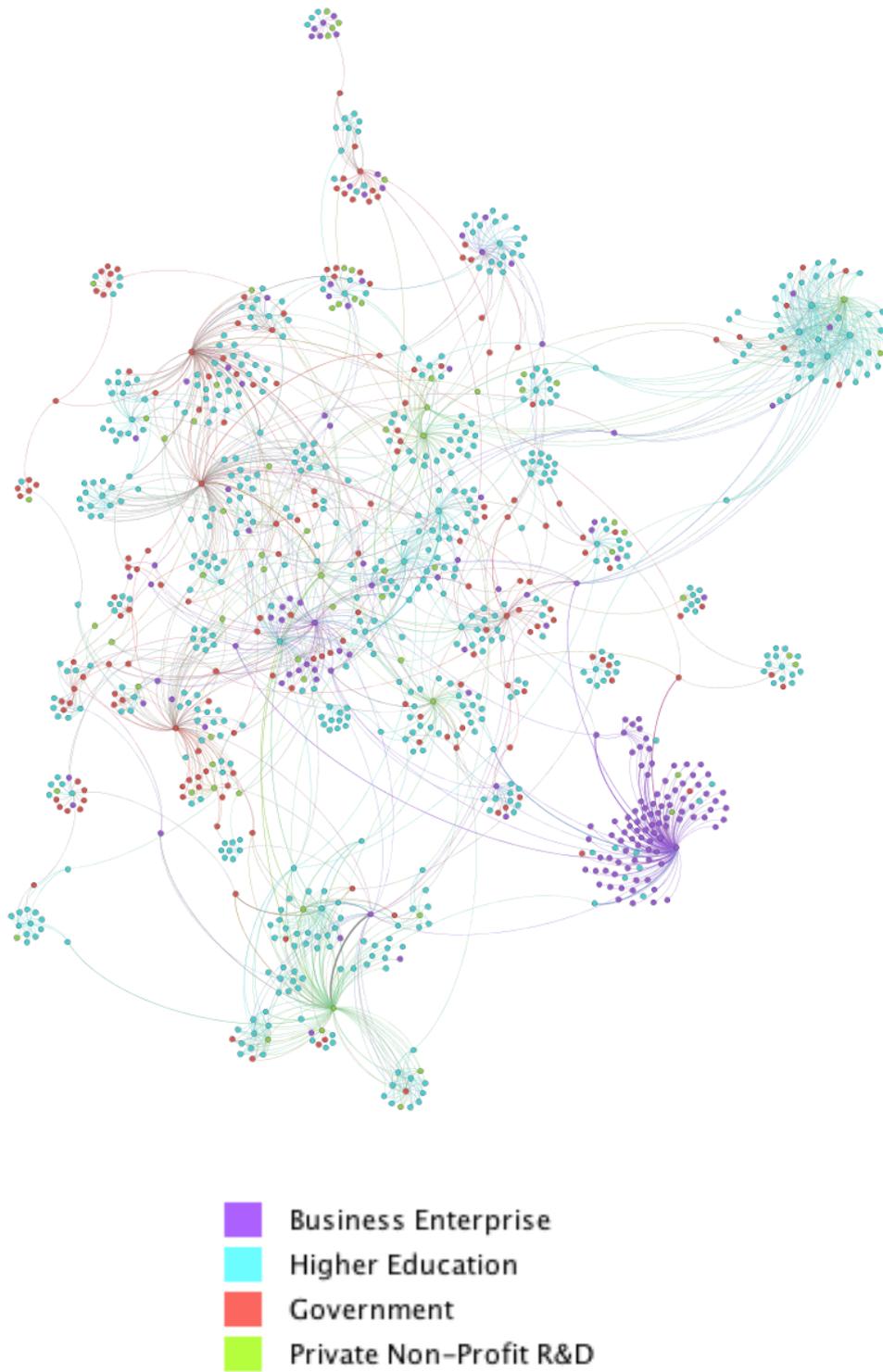
7. Anexos

Anexo A - Quantidade de instituições por país e por tipologia na rede 7ºPQ com participação portuguesa.

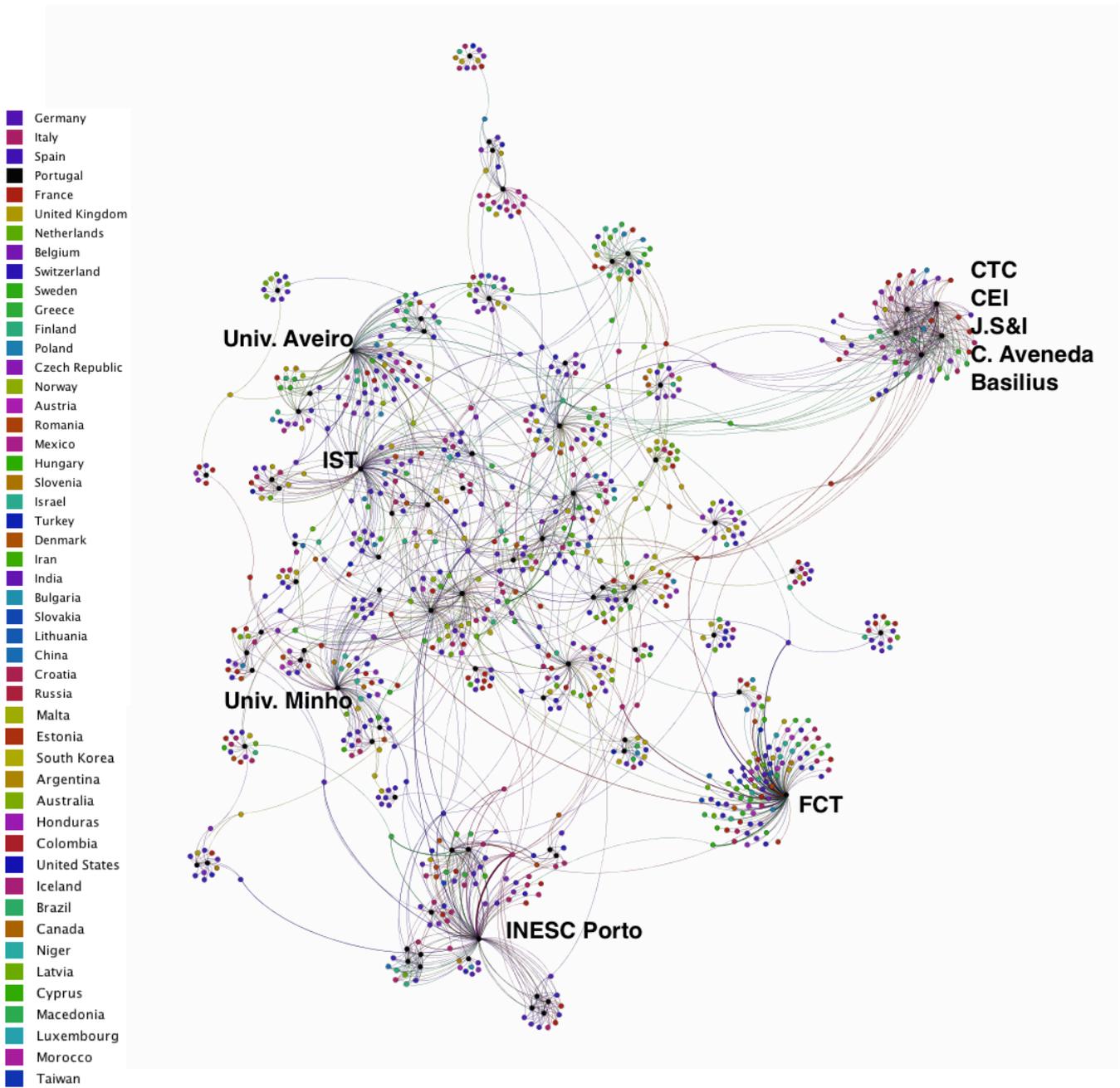
País	Empresarial	Ensino Superior	Governamental	IPSL	Total
Argentina			1		1
Australia		1			1
Austria	7	2	5	1	15
Belgium	28	7	7	6	48
Brazil	1				1
Bulgaria	1	1	2		4
Canada			1		1
China		2		1	3
Colombia		1			1
Croatia	2		1		3
Cyprus			1		1
Czech Republic	7	6	4	1	18
Denmark	3	2	2	1	8
Estonia			2		2
Finland	17	5	5	1	28
France	51	13	13	4	81
Germany	95	27	12	7	141
Greece	18	3	7	1	29
Honduras	1				1
Hungary	5		4	1	10
Iceland			1		1
India	1	2	2		5
Iran	3	3	2		8
Israel	4	2	3		9
Italy	68	12	15	4	99
Latvia		1			1
Lithuania		1	2		3
Luxembourg			1		1
Macedonia		1			1
Malta	1		1		2
Mexico	4	2	4	1	11
Morocco	1				1
Netherlands	37	9	8	2	56
Niger	1				1
Norway	5	3	4	4	16
Poland	11	4	5		20
Portugal	49	15	7	11	82
Romania	8	4	3		15
Russia		1	1		2
Slovakia	1	1	2		4
Slovenia	3	1	5		9
South Korea			1		1
Spain	52	9	17	13	91
Sweden	16	6	7	1	30
Switzerland	22	9	6	1	38
Taiwan		1			1
Turkey	4	1	2	1	8
United Kingdom	45	23	6	6	80
United States		1			1
TOTAL	572	182	172	68	994

Anexo B - Visualização da rede C&T do 7ºPQ-NMP com participação portuguesa:

a) Por tipo de instituição

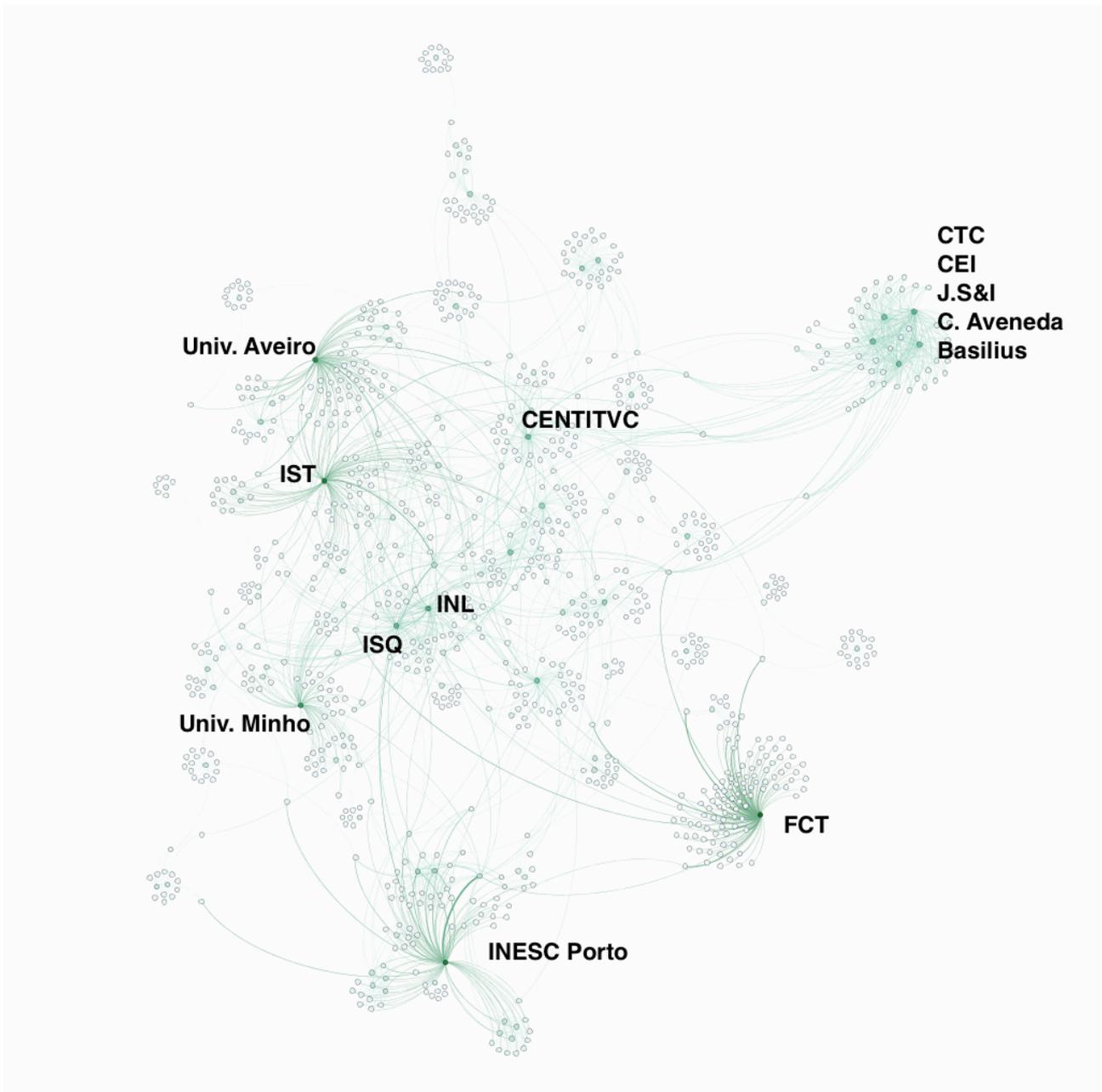


b) Por país de origem



CTC - Centro Tecnológico do Calçado
 CEI - Companhia de Equipamentos Industriais, LDA
 J.S&I - J. Sampaio & Irmão, LDA
 Cortumes Aveneda LDA
 Basilius - Empresa produtora de calçado, S.A.

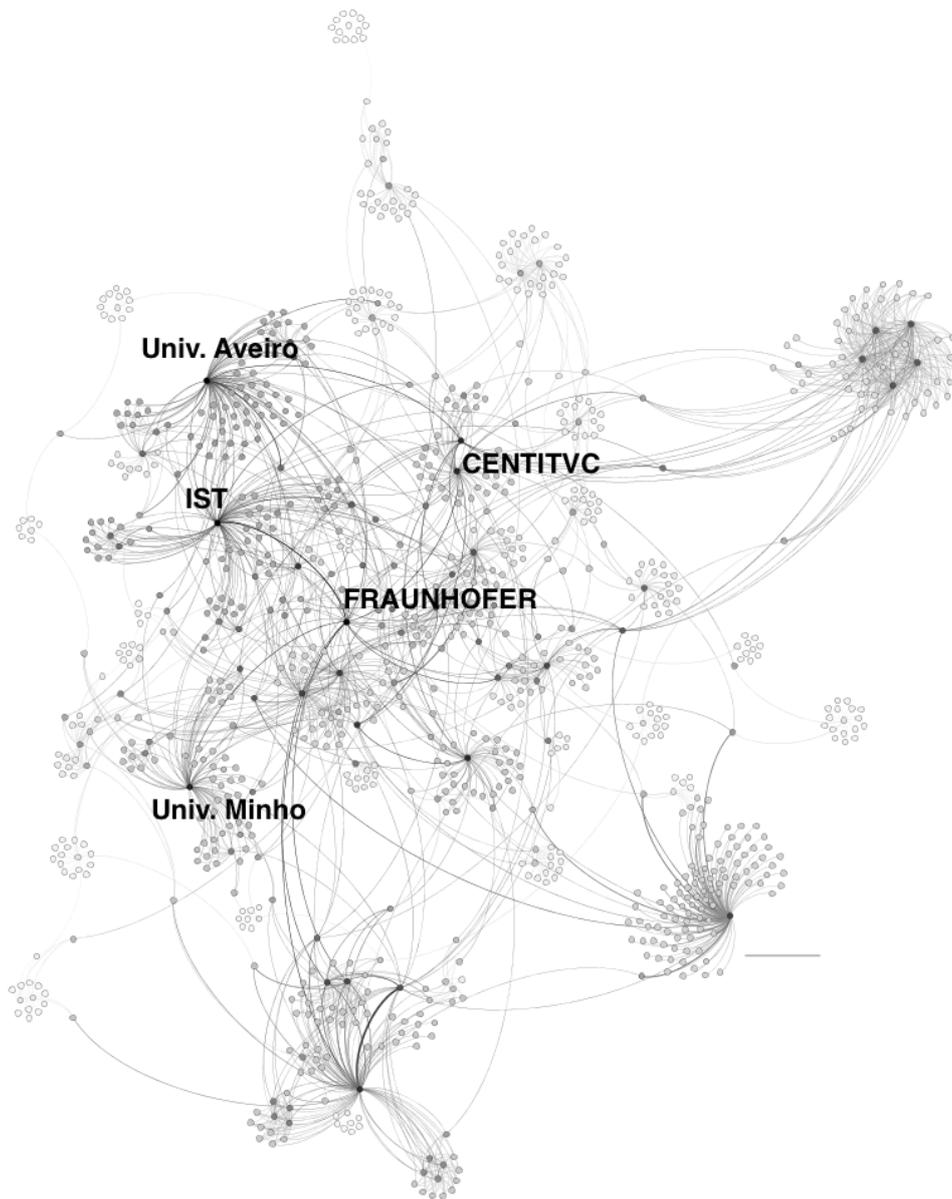
Anexo C - Visualização do *ranking* das instituições da rede C&T do 7ºPQ-NMP com participação portuguesa, por Grau.



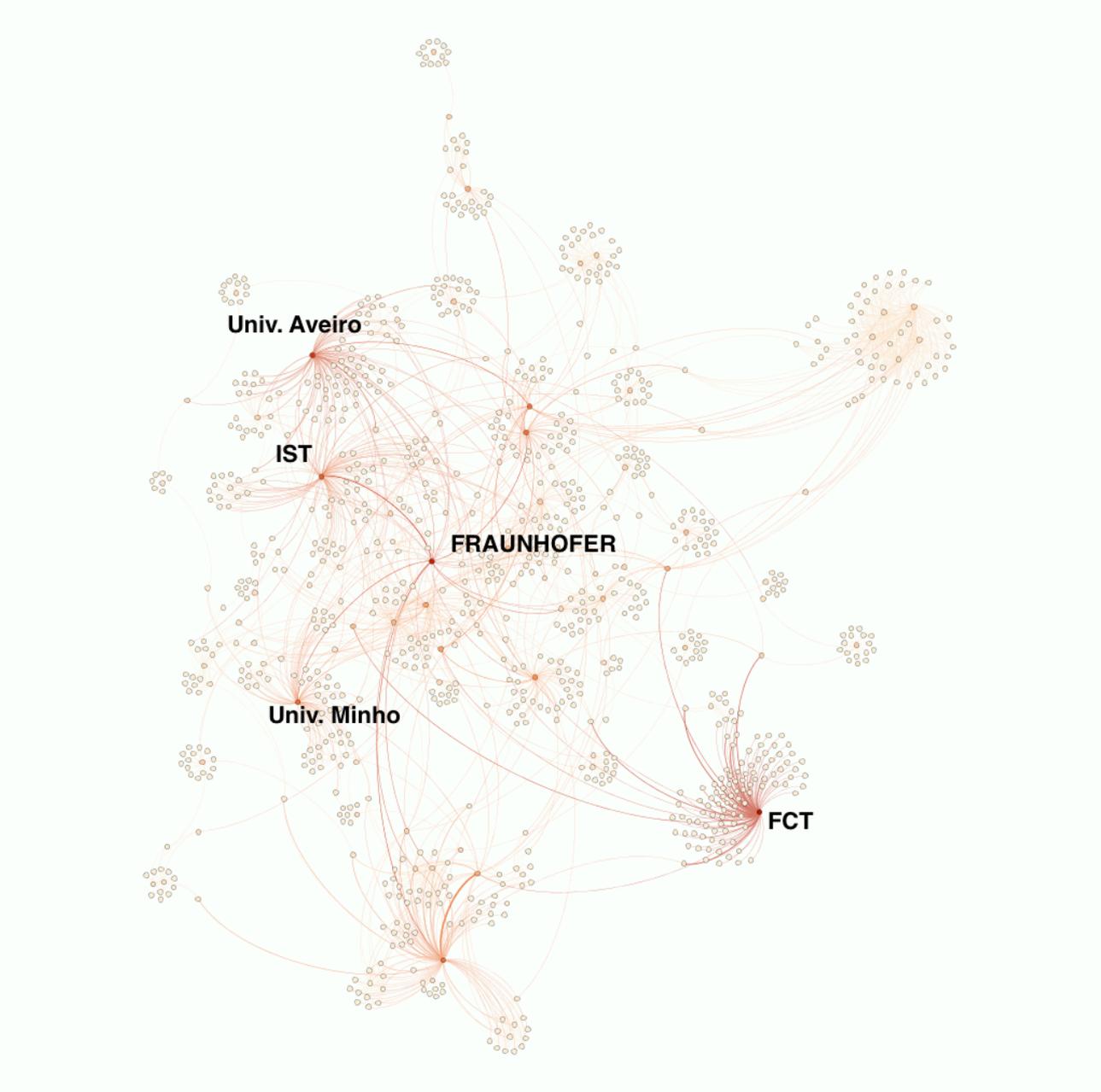
- CTC - Centro Tecnológico do Calçado
- CEI - Companhia de Equipamentos Industriais, LDA
- J.S&I - J. Sampaio & Irmão, LDA
- Cortumes Aveneda LDA
- Basilius - Empresa produtora de calçado, S.A.

Anexo D - Visualização do *ranking* das instituições da rede C&T do 7ºPQ-NMP com participação portuguesa:

a) por Proximidade (*Closeness*, normalizada [0,1])



b) por *Betweness* (normalizada [0,1])



CV Ricardo Abreu

INFORMAÇÃO PESSOAL

Ricardo Abreu



Estrada do Paço Lumiar R4-2D, 1600-543, Lisboa, Portugal

+351 933084550

ricardo_joao_abreu@iscte.pt

www.ricardoabreu.com

Facebook [ric.abreu](https://www.facebook.com/ric.abreu)

Sexo Masculino | [Data de nascimento](#) 03/03/1974 | [Nacionalidade](#) Portuguesa

POSTO DE TRABALHO A
QUE SE CANDIDATA
PROFISSÃO
EMPREGO PRETENDIDO
ESTUDOS A QUE SE
CANDIDATA
EXPERIÊNCIA
PROFISSIONAL
2011-2012

Para efeitos da dissertação do Mestrado em Ciência, Inovação e Sociedade, no ISCTE-IUL.

Consultor de Estratégia de Marketing

D'Orey Consulting

▪ Consultoria em estratégia de internacionalização. Criação de marca e plano de marketing internacional para sector dos serviços

[Tipo de empresa ou sector de actividade](#) Consultoria e Serviços

2011-2011

Investigador Junior em Estudos de Mercado

IPAM / GEMEO

▪ Trabalho de consultoria e investigação de mercados para elaboração de plano de marketing para o sector vidreiro.

[Tipo de empresa ou sector de actividade](#) Consultoria e Serviços

2008-2009

Director de Loja

TB-Store, Apple Premium Reseller

▪ Gestão global do espaço comercial, liderança de equipas, contratação comercial, implementação de estratégias comerciais e de marketing.

[Tipo de empresa ou sector de actividade](#) Distribuição / Retalho Especializado

2006-2007

Responsável de Departamento

FNAC Portugal

▪ Organização e gestão dos departamentos de Serviço ao Cliente, Serviço Pós-Venda e Logística, gestão e liderança de equipas, formação de equipas de serviços e comerciais. Pertença à equipa de Direcção de Loja da Fnac Madeira.

[Tipo de empresa ou sector de actividade](#) Distribuição / Retalho Especializado

2005-2006

Gestor Comercial

BNP Paribas

▪ Gestão de carteira de clientes, afiliação e gestão de parcerias comerciais, formação comercial financeira, acompanhamento e implementação de campanhas comerciais.

[Tipo de empresa ou sector de actividade](#) Banca Comercial

1998-2004

Assistente de Serviço ao Cliente

Fnac Portugal

▪ De 1998 a 1999 fui operador de caixa (Fnac Colombo), de 1999 a 2000 Supervisor do Serviço ao Cliente (Fnac Colombo), de 2000 a 2003 Assistente do Serviço ao cliente (Fnac Cascaishopping), de 2003 a 2004 fui responsável pelo cartão Cliente (Fnac Colombo) com a função da gestão comercial dos serviços financeiros do cartão cliente, formação e motivação de equipas de serviço e comerciais.

Tipo de empresa ou sector de actividade Distribuição / Retalho Especializado

- 1996-1998 **Consultor Junior**
HRL International Group
▪ Empresa especializada em recrutamento executivo. Funções de consulta e contacto para cargos de direcção, construção e implementação da base de dados informática, manutenção dos sistemas de informação.
Tipo de empresa ou sector de actividade Consultoria e Serviços
- 1996-1998 **Assistente de Gestão**
Centro Social e Paroquial de Alcântara
▪ Responsável pelo controlo e fluxo de caixa e organização da contabilidade, responsabilidades na logística e nos sistemas informáticos.
Tipo de empresa ou sector de actividade IPSS (Instituições Particulares de Solidariedade Social)
- 1994-1995 **Sócio Gerente**
LexDomus Gestão de Condomínios
▪ Responsável pelo controlo e fluxo de caixa e organização da contabilidade, responsabilidades no marketing e promoção comercial.
Tipo de empresa ou sector de actividade Serviços Especializados
- 1993-1994 **Administrativo**
IBM Portugal (serviços externos)
▪ Em regime de *outsourcing* exerci funções no serviço de correio interno, selecção e distribuição de correio interno, expedição e recepção do correio externo.
Tipo de empresa ou sector de actividade Serviços Especializados
- 1991-1992 **Operador de Logística**
Interpress
▪ Em regime de *part-time* (trabalhos de Verão) exerci funções na selecção e distribuição de jornais.
Tipo de empresa ou sector de actividade Serviços Especializados

EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO

- 2012-2013 **Programa Avançado em Políticas Públicas – Programa 3º Ciclo** Nível 8
ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa
▪ 1º ano completo “Programa Avançado em Políticas Públicas) Áreas científicas: Metodologias em Políticas Públicas, Análise e Desenho de Políticas Públicas, Políticas Públicas Europeias e Internacionais, Estado e Mercado: Debates Contemporâneos, Estado Economia e Políticas Públicas.
- 2011-2012 **Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Sociedade – Programa 2º Ciclo** Nível 7
ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa
▪ Áreas científicas estudadas: Sociologia da Ciência e Inovação, Comunicação em Ciência, Filosofia e História da Ciência, Sistemas e Indicadores da Ciência, Políticas de Ciência tecnologia e Inovação, Sociologia da Modernidade, Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais, Análise de Dados em Ciências Sociais.
- 2008-2011 **Licenciatura em Ciências do Consumo** Nível 6
IPAM – Instituto Português de Administração e Marketing

▪ Áreas científicas estudadas: Ciências do Consumo, Ciências Sociais e Humanas, Economia e Gestão, Marketing e Métodos Quantitativos. Formação de nível superior oferecendo competências transversais indispensáveis para o desempenho profissional e metodologia científica necessária à investigação. IPAM - Instituto Português de Administração e Marketing (média ponderada 16 valores). *Prémio melhor aluno do ano lectivo 09/10.*

1993-1996

Curso Geral de Química

Nível 3

Escola Secundária Fonseca Benevides

▪ Formação académica ao nível de secundário (12º ano) em conjunto com as disciplinas vocacionais de química geral, orgânica e analítica.

COMPETÊNCIAS PESSOAIS

Língua materna

Português

Outras línguas

	COMPREENDER		FALAR		ESCREVER
	Compreensão oral	Leitura	Interação oral	Produção oral	
Inglês	C1	C1	B1	B1	B1

Níveis: A1/2: Utilizador básico - B1/2 utilizador independente - C1/2: utilizador avançado
 Quadro Europeu Comum de Referência para as Línguas

Competências

▪ A minha experiência e formação profissional e académica permitiram adquirir competências ao nível de gestão e liderança de equipas, ter espírito de equipa e partilha solidária, ter sensibilidade para as questões sociais e políticas. Capacidade de implementação de processos de mudança organizacional e de gestão comercial, formação de pessoas, conhecimentos médios e avançados em informática em sistemas como **Mac OS (Apple)** e **MS Windows, MS Office, Project, Photoshop, SPSS, MATLAB**. Tenho capacidades para a função de investigação em ciências sociais. Tenho capacidades criativas e empreendedoras.