

## Lugares e redes de conhecimento na área metropolitana do Porto

Helder Santos<sup>1</sup>  
Teresa Sá Marques<sup>2</sup>

### RESUMO

As instituições de investigação e as ligações inter-institucionais são consideradas cruciais às dinâmicas e aos processos de produção, acumulação e difusão do conhecimento. É objetivo desta investigação abordar a produção do conhecimento seguindo um modelo composto por múltiplos nós (entidades públicas e privadas), ligados por relações mono ou multilaterais, suportadas no capital institucional regional (sobretudo centros de investigação, mas também empresas, centros tecnológicos, associações, hospitais, entre outros).

Esta pesquisa focaliza-se na Área Metropolitana do Porto. Interessa compreender que conhecimento é produzido, quais são os principais atores e que proximidades relacionais, cognitivas e geográficas se evidenciam. Importa perceber que áreas científicas são mais ativas em termos relacionais e analisar as redes de conhecimento, tendo em vista analisar os trajetos, uns mais orientados para a especialização outros para a *variedade relacionada*.

Em termos metodológicos analisam-se as redes dos projetos de I&D financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia entre 2007 e 2010. Foram identificados e analisados todos os projetos envolvendo instituições sediadas na AMP (liderados ou em que participam organizações da AMP) e respetivas redes. Trata-se de projetos financiados pelo apoio público.

### Palavras-Chave

conhecimento, redes sociais, Área Metropolitana do Porto

### ABSTRACT

Research institutions and interinstitutional ties are considered crucial to the dynamics of knowledge production, accumulation, and diffusion. This study aims to examine knowledge production/creation on the basis of a model composed of multiple nodes (public and private bodies), connected by uni- or multilateral relations, supported on regional institutional capital (particularly research centres, but also companies, technological centres, associations, hospitals, among others).

---

<sup>1</sup> CEGOT, hfcs75@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora Associada do Departamento de Geografia da FLUP, teresasamarques@gmail.com

This research focuses on the Porto Metropolitan Area. The aim is to understand what kind of knowledge is produced, who are the main actors and which relational, cognitive and geographic proximities stand out. Furthermore, we intend to identify which scientific areas are most active in relational terms and analyse the knowledge networks, so as to determine the pathways followed, some more directed at intelligent specialisation, while others are more directed at *related variety*.

In methodological terms, we will analyse the networks from R&D projects funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology between 2007 and 2010. All the projects involving institutions located in the PMA (both as lead institution and partner) were identified and analysed, as well as their corresponding networks. These are publicly funded projects

Keywords | knowledge, social networks, Porto Metropolitan Area

## 1. Fundamentos teóricos e metodológicos

O conhecimento é a matéria-prima da inovação económica (OCDE, 1996). A *economia do conhecimento* (OCDE, 1996) ou *economia aprendente* (LUNDVALL & JOHNSON, 1994) coloca os processos de criação, gestão e *spillover* do conhecimento no centro da análise do desenvolvimento (LUNDVALL, 2006), intimamente relacionado com a capacidade de inovação. A produção de conhecimento está dependente das dimensões *tácita* e *codificada* do mesmo, características estas que são omnipresentes, indissociáveis e universais (POLANYI, 1966), quer em termos individuais, quer em termos organizacionais (NONAKA, UMEMOTO, & SENOO, 1996 e NONAKA & TAKEUCHI, 2004).

A necessidade de operacionalizar os diferentes graus de codificabilidade do conhecimento, durante o seu processo territorializado de produção e translação dirigido à inovação económica, encontra resposta na construção teórica em torno do *conhecimento base* (MOODYSSON, COENEN, & ASHEIM, 2008); (ASHEIM, BOSCHMA, & COOKE, 2011) e (ASHEIM B., 2011). Segundo esta perspetiva, no processo de criação de conhecimento e inovação, as empresas recorrem a três tipos de *conhecimento base*: *analítico*, *intético* e *simbólico*. ASHEIM e COENEN (2005) e ASHEIM, COENEN e VANG (2007) argumentam que os processos de inovação das organizações económicas diferem substancialmente de indústria para indústria, requerendo conhecimento base específico. Assim, a tese do conhecimento base sustenta que a inovação económica apoia-se em diferentes texturas do conhecimento que envolvem graus variáveis da dimensão *tácita* e *codificada*, com implicações para a territorialização dos processos de produção, translação e *spillover* do conhecimento e da inovação.

Em termos do sistema institucional de produção do conhecimento, GIBBONS et al. (1994) apontam profundas mudanças na forma de produção do conhecimento, identificadas pela transição do *Modo 1* – disciplinar – para o *Modo 2* – transdisciplinar. Segundo o *Modo 2*, o conhecimento origina-se crescentemente num contexto interdisciplinar e transdisciplinar, orientado para objetivos sociais e económico, reforçando a relação bidirecional entre a investigação base e a aplicada, entre a teoria e a prática. O processo criativo que sustenta a produção é essencialmente coletivo, a partir do contributo individual dos membros do grupo. Os locus de produção são cada vez mais diversos – universidades, institutos de investigação, empresas, agências governamentais – possibilitando até formas transumantes e temporárias de produção. A dispersão dos recursos do conhecimento por diferentes organizações obriga à permeabilização das fronteiras organizacionais, favorecendo a criação de redes interorganizacionais que sustentam a criação e difusão do conhecimento. Quanto ao fim, orienta-se crescentemente para a utilidade individual, industrial, governamental ou social. O resultado é um processo de acumulação do conhecimento cada vez menos disciplinar, institucional, ou organizacional e cada vez mais sustentado na reconfiguração dos recursos humanos em formas organizacionais flexíveis, sustentadas por redes interativas. Esta interpretação das mudanças na produção do conhecimento reforça o papel das redes interorganizacionais enquanto estrutura em que se sustenta a produção do conhecimento. Estas novas formas organizacionais potenciam a *fertilização cruzada* entre diferentes áreas de investigação, (GIBBONS et al., 1994).

Neste sentido, os processos de produção do conhecimento e de aprendizagem dirigidos à inovação económica apoiam-se crescentemente em processos interativos,

suportados por redes pessoais de coautoria (ZUCKER & DARBY, 1996) ou por redes de colaboração interorganizacional (POWELL, KOPUT, & SMITH-DOERR, 1996; OWEN-SMITH & POWELL, 2004) envolvendo escalas territoriais variáveis.

Para o desenvolvimento dos territórios, a existência dessas redes, a capacidade para as gerar e expandir e a capacidade para ancorar os nós dessas redes (OWEN-SMITH et al. 2002; FELDMAN, 2003; DOLOREUX, 2004; COOKE, 2006 e 2009) nos *clusters* (PORTER, 2000) ou nos *sistemas regionais de inovação* (COOKE, 2004) é essencial para o debate sobre as políticas de inovação.

Dentro das múltiplas possibilidades de constituição e combinação de redes – pessoais, organizacionais, institucionais, formais, informais, temáticas, duradouras, temporárias, (...) – as redes dirigidas à I&D merecem atenção relativamente ao número, diversidade e centralidade dos nós (POWELL, KOPUT, & SMITH-DOERR, 1996). Estas têm um comportamento global hierarquizado, com determinadas regiões a liderarem as redes globais de produção do conhecimento, exibindo grande capacidade de ancoragem dessas redes (COOKE, 2009). As redes de projetos de I&D transnacionais são dominadas por centros de excelência mundial, que desempenham o papel de berço de *start-ups* e *spin-offs*, funcionando ainda como ímanes na atração de capital de risco e de empresas para um determinado território (OWEN-SMITH, RICCABONI, PAMMOLLI, & POWELL, 2002; COOKE, 2006; COOKE, 2009).

Em termos de política de I&D e inovação, o conceito de *especialização inteligente* (FORAY, DAVID, & HALL, 2009) é um conceito chave para as políticas de inovação da Comissão Europeia (EU2020). A proposta de, em alternativa à dispersão de investimentos por múltiplos campos de investigação, se apostar “in programs that will complement the country’s other productive assets to create future domestic capability and interregional comparative advantage” (FORAY, DAVID, & HALL, 2009 p. 2), implica descobrir o que de melhor faz cada país ou região no campo da ciência e tecnologia. Este conceito centra a discussão em torno de duas ideias centrais: por um lado, as regiões não são capazes de abarcarem a totalidade da ciência, da tecnologia e da inovação; por outro lado elas devem promover o seu conhecimento base único, diferenciador e com maior potencial inovador (FORAY, DAVID, & HALL, 2011). A proposta é a de que as regiões se foquem em determinados domínios, potenciando ao máximo a produtividade da I&D e da inovação por via das vantagens de escala, de gama e de *spillover*. Por outro lado, sustenta a necessidade de se proceder ao foco em determinados domínios que possibilitem a especialização diferenciadora.

Neste sentido, as políticas orientadas pelo conceito de especialização inteligente direcionam um importante foco da intervenção para as tecnologias de largo espectro (*General Purpose Technologies*) capazes de estabelecerem *trajetórias tecnológicas* que estabelecem *trajetos evolutivos* (DOSI & ORSENIGO, 1988) com elevado potencial de inovação graças à aplicação a atividades económicas relacionadas, o que nos remete para o conceito de *variedade relacionada* (FRENKEN, VAN OORT, & VERBURG, 2007). Trata-se de uma abordagem em linha com a visão dos *paradigmas tecno-económicos* (FREEMAN, 1988), cujo processo de produção e reconfiguração do conhecimento está parcialmente *interdependente do trajeto* (COOKE, 2012), o que consolida a ideia de que o conhecimento prévio acumulado é importante para os avanços no processo de construção de conhecimento subsequentes e que esse conhecimento acumulado condiciona a *capacidade de absorção*

(COHEN & LEVINTHAL, 1990), isto é, a capacidade para compreender, se relacionar e absorver conhecimento externo diferente.

Daí que, quanto à implementação das políticas, o conceito de especialização inteligente lance um desafio os atores para participarem num processo de aprendizagem e descoberta dos domínios de investigação com maior potencial para cada região. Sugere um processo *bottom-up*, em que os atores-chave de cada região promovem a descoberta de áreas de especialização promissoras (FORAY, DAVID, & HALL, 2009). Este processo de descoberta do potencial de especialização endógeno e diferenciador da região implica, por um lado, identificar os atores chave de cada região ou país, por outro lado, a identificação de domínios do conhecimento com maior potencial inovador e capacidade produtiva.

Como sustentam Foray, David e Hall (2009) as entidades públicas podem desempenhar um importante papel na recolha e disponibilização de informação mas também na coordenação e apoio à formação de redes relacionais e na criação de reservatórios de conhecimento que funcionem como aceleradores da descoberta. Por outro lado, a capacidade de ancoragem das redes de I&D está também relacionada com *vantagens regionais construídas* e *capacidades regionais de conhecimento*, para as quais contribui a produção de conhecimento suportado por fundos públicos, como resultado de políticas de inovação (COOKE, 2004; 2005; 2007; 2009; COOKE & LEYDESDORFF, 2006).

Este trabalho propõe-se, precisamente, identificar e explorar os domínios do conhecimento com ancoragem na Área metropolitana do Porto (AMP), a partir da exploração dos projetos de I&D financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) entre 2007 e 2010.

Com base no número de projetos e no valor de financiamento dos projetos, procura-se identificar a capacidade revelada pelos atores da AMP para captarem financiamento público dirigido aos processos de I&D, por domínio do conhecimento.

Atendendo aos diferentes domínios do conhecimento que constituem o conhecimento base com ancoragem na AMP, pretende-se elencar os respetivos atores envolvidos, identificando os mais centrais, e as redes relacionais que se estabelecem para o processo de I&D.

Pretende-se explorar ainda a *variedade relacionada* revelada pelos processos de I&D com amarração na AMP, a partir da exploração dos processos de *fertilização cruzada* do conhecimento entre diferentes áreas científicas nestes projetos de I&D financiados pela FCT.

O trabalho recorre fundamentalmente à metodologia de análise de redes sociais, enquanto metodologia apropriada para explorar dados relacionais. Os dados relacionais foram configurados de acordo com a matriz representada no quadro 1.

Quadro 1– Esquema teórico-metodológico adotado

|                   | <i>REDE DISCIPLINAR</i>  | <i>REDE INSTITUCIONAL</i>  |
|-------------------|--|--|
| <i>REDE</i>       | Direcional, com origem na área científica (principal), apontando no sentido da(s) área(s) científica(s) secundária(s).             | Direcional, com origem na organização proponente, apontando no sentido da(s) organização(ões) participante(s).             |
| <i>VÉRTICE</i>    | Corresponde a cada área científica (principal) e/ou secundária classificada por domínio científico                                 | Corresponde a cada organização proponente e/ou participante classificada por esfera de ator.                               |
| <i>LIGAÇÃO</i>    | Corresponde à relação estabelecida entre a área científica (principal) e a(s) área(s) científica(s) secundária(s) em cada projeto. | Corresponde à relação estabelecida entre a organização proponente e a(s) organização(ões) participante(s) em cada projeto. |
| <i>OUT-DEGREE</i> | Corresponde ao número de ligações únicas que cada área científica (principal) estabelece com área(s) científica(s) secundária(s)   | Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização proponente estabelece com organização(ões) participante(s).  |
| <i>IN-DEGREE</i>  | Corresponde ao número de ligações únicas que cada área científica secundária recebe da(s) área(s) científica(s) principal(ais).    | Corresponde ao número de ligações únicas que a organização participante recebe da(s) organização(ões) proponente(s).       |

O trabalho pretende dar um contributo para a definição de políticas de inovação para a AMP, que partam do conceito de especialização inteligente, nomeadamente ao dar um contributo para a descoberta dos domínios de investigação com maior potencial na região, para a identificação dos atores chave da região, assim como a sua capacidade

relacional e de amarração das redes de produção de conhecimento por domínio científico. Desta forma, pretende-se contribuir para a descoberta do potencial de especialização endógeno e diferenciador da região.

## 2. Lugares de produção de conhecimento

A capacidade de atrair fundos para a investigação é um elemento essencial para os processos de inovação. É de particular importância para aqueles processos inovadores cuja origem é o conhecimento *analítico*, mas também as formas  *sintético* e  *simbólica* do conhecimento *base* podem ser produzidas a partir destes projetos de I&D – sobretudo a partir do Domínio Científico das Engenharias e Tecnologias para o  *sintético* e do Domínio Científico das Ciências Sociais e Humanas para o  *simbólico*. Uma fatia considerável destes fundos são provenientes de fontes públicas de financiamento, daí que, a partir dos projetos de I&D financiados pela FCT – principal agência pública de financiamento do sistema nacional de investigação – é possível analisar a dimensão dos lugares e dos fluxos de produção de I&D envolvendo instituições localizadas na AMP (projetos de I&D liderados ou em que participam estas instituições). Estes projetos desenvolvem sobretudo formas de *exploration* e *examination* do conhecimento dirigido ao *ciclo de inovação*, assim como, a partir do Domínio Científico das Engenharias e Tecnologias, já se começam a produzir formas de *exploitation* do conhecimento.

Quadro 2 . Projetos de I&D financiados pela FCT (2007-2010)

| TOTAL                   | Financiamento | Nº de Projetos |
|-------------------------|---------------|----------------|
| <b>Nacional</b>         | 384.954.418   | 3147           |
| <b>AMP -</b>            |               |                |
| <b>lidera+participa</b> | 99.518.944    | 761            |
| <b>AMP - lidera</b>     | 67.200.128    | 540            |

Fonte: SANTOS, H.; MARQUES, T. (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

Iniciando a análise pelos lugares de produção de I&D da AMP, para o período 2007-2010, dos 384.954.418,00 de euros atribuídos pela FCT a 3.147 projetos de I&D à escala nacional, as instituições sediadas na AMP estão envolvidas em 761 projetos (24,2% do total nacional) no valor de 99.518.944,00 euros (25,8% do total nacional), sendo que 540 (17,6% do total nacional e 71% dos projetos em que participa) são liderados por instituições da AMP, no valor de 67.200.128,00 Euros (17,5% do total de financiamento nacional e 67,5% do valor dos projetos em que participa). Estes são indicadores que demonstram uma considerável capacidade das instituições de I&D da AMP para captarem fundos e liderarem projetos apoiados pelo sistema nacional de financiamento da investigação científica. Pode, ainda, ser interpretado como um indicador de reconhecimento por parte dos pares, da qualidade das universidades e instituições de I&D da AMP para liderarem projetos. Trata-se de uma competência instalada na AMP que é claramente diferenciadora.

A capacidade institucional dentro da AMP para alavancar projetos de I&D, angariar financiamento e, desta forma, produzir conhecimento é variável. A partir dos dados sobre as instituições que lideraram projetos aprovados e financiados pela FCT para o período 2007-2010 é possível identificar um leque abrangente de instituições dirigidas à produção do conhecimento com potencial de aplicação à saúde humana (IBMC, IPATIMUP, FMUP, INEB, FCUP, ISP, FPCEUP, ICBAS, FFUP, IPO, CHP, CHEDV, HSJ), com potencial de aplicação às indústrias agroalimentares (Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agro-Alimentares da UP, CIIMAR, FCUP), ao *cluster* das TIC (FEUP, INESC, ISEP), às indústrias culturais e criativas (FLUP, FAUP, CESAP) ou ao embrionário cluster do mar (CIIMAR, ICBAS, FCUP). Estão ainda presentes um conjunto de instituições com uma vocação de investigação multisetorial e para o desenvolvimento de processos de I&D com um cariz mais aplicado (FEUP, INESC, INEGI, ISEP). É inequívoco o papel central desempenhado pelas instituições pertencentes à esfera da U.Porto. Este é, indiscutivelmente, o ator central na produção de I&D na AMP.

Quadro 3 . Projetos de I&D financiados pela FCT, liderados por Instituições da AMP (2007-2010)

| Instituições que lideram os projetos  | Valor Total            | Nº de Projetos |
|---|------------------------|----------------|
| Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia (FE/UP)   | 10.410.048,00 €        | 81             |
| Instituto de Biologia Molecular e Celular (IBMC/UP)   | 10.144.453,00 €        | 68             |
| Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agro-Alimentares - Porto (ICETA/UP)              | 9.525.447,00 €         | 75             |
| Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR/CIMAR)                      | 5.340.178,00 €         | 37             |
| Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores - Porto (INESC Porto/FE/UP)                  | 4.393.014,00 €         | 33             |
| Instituto de Patologia e Imunologia Molecular (IPATIMUP/UP)                                     | 3.603.671,00 €         | 23             |
| Universidade do Porto - Faculdade de Medicina (FM/UP)   | 3.174.663,00 €         | 30             |
| Instituto Nacional de Engenharia Biomédica (INEB/UP)  | 2.553.410,00 €         | 16             |
| Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)  | 2.423.407,00 €         | 19             |
| Universidade do Porto - Faculdade de Ciências (FC/UP)   | 2.013.768,00 €         | 17             |
| Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI/UP)                                 | 1.752.125,00 €         | 18             |
| Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto (ISP/UP)                                    | 1.593.193,00 €         | 13             |
| Universidade do Porto - Faculdade de Desporto (FADE/UP)   | 1.433.956,00 €         | 15             |
| Universidade do Porto - Associação para o Desenvolvimento da Faculdade de Ciências (ADFC/FC/UP) | 1.395.029,00 €         | 13             |
| Universidade do Porto - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (FPCE/UP)             | 1.331.081,00 €         | 13             |
| Universidade do Porto - Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar (ICBAS/UP)             | 1.252.279,00 €         | 11             |
| Universidade do Porto - Faculdade de Letras (FL/UP)   | 1.031.643,00 €         | 13             |
| Universidade do Porto - Faculdade de Economia (FEP/UP)  | 669.682,00 €           | 15             |
| <b>Total Geral</b>  | <b>67.200.128,00 €</b> | <b>540</b>     |

**Fonte:** SANTOS, H.; MARQUES, T. (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

A análise a partir da área científica principal dos projetos de I&D financiados pela FCT permite traçar o perfil de especialização e a diversidade de produção de I&D efetuada pelas instituições sediadas na AMP (2007-2010).

Em termos de especialização disciplinar, surge em primeiro lugar o domínio das Ciências da Saúde, quer em número de projetos quer em volume de financiamento, com um forte pendor para a produção de formas *analíticas* de *conhecimento base*, mas também tocando formas de conhecimento  *sintético*, nomeadamente, por exemplo, através da realização de ensaios clínicos ou de investigação de translação. Representam mais de 19,5 milhões de Euros (29,1% do valor de financiamento a projetos liderados por instituições da AMP), distribuídos por 145 projetos de I&D (26,9% do número de projetos liderados por instituições da AMP) ancorados em 26 áreas de especialização do conhecimento nas ciências da saúde. A Investigação Clínica destaca-se enquanto área de especialização com maior investimento e com maior número de projetos, sendo de realçar ainda os Biomateriais e Engenharia Biomédica, a Genética Médica e Funcional, a Farmacologia, as Ciências do Desporto e os Mecanismos de Doenças, com volumes de financiamento superiores a 1 milhão de euros. Pode-se considerar que na AMP existe uma considerável capacidade de produção de conhecimento *analítico* especializado direcionado particularmente à saúde humana. Além do mais, a existência de projetos de I&D permite ainda a formação, atração e fixação de capital humano altamente qualificado e especializado nos processos de investigação nas áreas científicas do domínio da saúde humana. O potencial de aplicação deste conhecimento dirige-se a atividades económicas relacionadas com a esfera da saúde humana, particularmente a farmacêutica, as empresas dedicadas à biotecnologia (*medbiotec*) ou as indústrias de dispositivos médico-farmacêuticos e de métodos e dispositivos complementares de diagnóstico médico (*medtec*). Trata-se de um importante domínio de competências ancoradas na AMP com capacidade de produção de conhecimento com elevado potencial inovador, até com um perfil mais radical, de aplicação especializado no setor da saúde.

Quadro 4. Projetos de I&D financiados pela FCT no Domínio das Ciências da Saúde, liderados por Instituições da AMP (2007-2010).

| Áreas Científicas Principais   | Valor Total            | Nº de Projectos |
|--|------------------------|-----------------|
| Investigação Clínica   | 3.164.435,00 €         | 24              |
| Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica                    | 1.557.479,00 €         | 9               |
| Ciências da Saúde - Genética Médica e Genómica Funcional                   | 1.533.900,00 €         | 8               |
| Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacêuticas                  | 1.495.759,00 €         | 10              |
| Ciências do Desporto   | 1.433.956,00 €         | 15              |
| Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas: Mecanismos das Doenças              | 1.016.265,00 €         | 7               |
| Ciências da Saúde - Neurociências  | 947.278,00 €           | 7               |
| Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente                | 875.296,00 €           | 9               |
| Ciências da Saúde - Saúde Pública e Factores Ambientais                    | 849.018,00 €           | 7               |
| Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Metabolismo, Nutrição e Toxicologia | 814.808,00 €           | 6               |
| Ciências da Saúde - Engenharia Biomédica                                   | 605.805,00 €           | 6               |
| Ciências da Saúde - Epidemiologia  | 556.203,00 €           | 4               |
| Ciências da Saúde - Oncobiologia e Biologia do Desenvolvimento             | 543.157,00 €           | 4               |
| Ciências da Saúde - Oncobiologia   | 539.506,00 €           | 3               |
| Ciências da Saúde - Microbiologia, Infecção, Imunologia e Inflamação       | 527.556,00 €           | 3               |
| <b>Total Geral</b>   | <b>19.541.625,00 €</b> | <b>145</b>      |

Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

O Domínio das Ciências de Engenharia e Tecnologia emerge, para o período em análise, como o segundo em número de projetos de I&D que desenvolveu (145, representando 26,3% dos projetos desenvolvidos a partir de instituições da AMP), envolvendo um financiamento de 18.732.647 Euros (27,9% do financiamento para

projetos de I&D liderados por instituições da AMP). Distribuídos por 33 áreas de especialização, este é o Domínio Científico que desenvolve projetos de I&D a partir de uma maior variedade de áreas de especialização. Pela sua natureza intrínseca, o Domínio das Engenharias e Tecnologias privilegia a produção de conhecimento  *sintético*, numa estreita relação com o conhecimento  *analítico* ou com o conhecimento  *simbólico*, pelo que também se pode envolver em redes da produção de formas  *analíticas* e  *simbólicas* do conhecimento. Trata-se de um domínio de produção de conhecimento com uma vocação interdisciplinar, recrutando conhecimento analítico proveniente de outros domínios ou envolvendo-se em redes de produção conjuntamente com esses outros domínios (como se demonstra na análise das redes disciplinares que se faz seguidamente). Trata-se igualmente de um domínio de produção de conhecimento com uma vocação transdisciplinar, sobretudo pela sua maior proximidade e envolvimento direto com a esfera empresarial e outras esferas de aplicação do conhecimento (como se demonstra na análise das redes institucionais de produção de I&D que se faz mais à frente). O conhecimento desenvolvido ao abrigo deste Domínio exibe um caráter transversal, pelo que o potencial de aplicabilidade deste conhecimento dirige-se a um leque de setores, desde os mais tradicionais da construção civil, reabilitação e obras públicas (ex. Engenharia Civil e de Minas, Ciências e Engenharia dos Materiais) passando pela indústria de bens de equipamento e de transportes (ex. Projeto Mecânico; Tecnologia Mecânica; controlo e robótica; Sistemas de Transportes Inteligentes; Gestão Industrial; Automação), até aos tecnologicamente mais dinâmicos setores das TIC (ex. Engenharia Informática, Ciências da Computação, Eletrónica e Computadores, Telecomunicações, Digital Media Avançada e interativa, Codificação Avançada de Redes de Videovigilância); da saúde (ex. Sistemas de informação médica, Biotecnologia, Engenharia Biológica, Biomateriais processamento e caracterização); da energia (ex. Energia Elétrica, Mecânica dos Fluidos e Energia; Sistemas de Engenharia-Energia); do ambiente (Engenharia de Minas, Engenharia Química, Engenharia de Reação Química, Biotecnologia) ou até ao embrionário e emergente setor das nanotecnologias (ex. Nanomateriais, Síntese e Dispositivos Funcionais; Nanotecnologia e de Controlo Ambiental). Pelo seu caráter transversal, este é um domínio do conhecimento com elevado potencial de fertilização cruzada, com potencial para gerar variedade relacionada em termos de inovação, cruzando possibilidades de aplicação entre diferentes setores de atividade económica. Trata-se de um domínio de competências ancoradas na AMP com capacidade de produção de conhecimento com potencial de aplicação transversal a vários setores de atividade.

Quadro 5 . Projetos de I&D financiados pela FCT no Domínio das Ciências de Engenharia e Tecnologia, liderados por Instituições da AMP (2007-2010).

| Áreas Científicas Principais  | Valor Total            | Nº de Projectos |
|---|------------------------|-----------------|
| Engenharia Civil e de Minas   | 2.303.144,00 €         | 16              |
| Engenharia Química - Engenharia Química   | 2.066.403,00 €         | 16              |
| Ciência e Engenharia dos Materiais  | 1.698.000,00 €         | 10              |
| Engenharia Informática - Engenharia Informática                                       | 1.685.142,00 €         | 16              |
| Engenharia Informática - Ciências da Computação                                       | 985.858,00 €           | 9               |
| Engenharia Mecânica - Projecto Mecânico   | 895.840,00 €           | 10              |
| Engenharia Electrotécnica - Energia Eléctrica   | 892.025,00 €           | 6               |
| Ciência e Engenharia dos Materiais - Nanomateriais, Síntese e Dispositivos Funcionais | 797.211,00 €           | 6               |
| Sistemas Ciber-físicos para Inteligência Ambiente                                     | 704.888,00 €           | 2               |
| Engenharia Química - Fenómenos de Transporte e Termodinâmica                          | 554.356,00 €           | 5               |
| Engenharia Mecânica - Tecnologia Mecânica   | 504.839,00 €           | 5               |
| <b>Total Geral</b>  | <b>18.732.647,00 €</b> | <b>142</b>      |

Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

Os projetos desenvolvidos no âmbito do Domínio das Ciências Naturais exibem igualmente um perfil de produção de conhecimento predominantemente *analítico*. Correspondem a quase 11 milhões de Euros (16,3% do valor total dos projetos FCT liderados por instituições da AMP) distribuídos por 79 projetos (14,6% dos liderados por instituições da AMP). Engloba um conjunto de projetos desenvolvidos a partir de um leque de áreas científicas cujo potencial de aplicação pode abarcar desde processos relacionadas com o ambiente (Ambiente e Alterações Climáticas, Biodiversidade e Conservação, Ecossistemas); passando pela saúde humana, animal e vegetal (Biologia Celular e Molecular, Evolução Filogenética, Biologia Microbiana, Proteínas e Biologia Estrutural). Alarga-se assim o leque potencial de aplicação deste conhecimento a atividades económicas do setor do ambiente, mar, energia, da agricultura, silvicultura e indústrias agroalimentares.

Quadro 6 . Projetos de I&D financiados pela FCT no Domínio das Ciências Naturais, liderados por Instituições da AMP (2007-2010).

| Área Científica Principal                                      | Valor Total            | Nº de Projectos |
|--|------------------------|-----------------|
| Ciências Biológicas - Biodiversidade, Ecologia e Conservação   | 2.866.238,00 €         | 23              |
| Ambiente e Alterações Climáticas - Ambiente                    | 2.813.606,00 €         | 19              |
| Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular             | 1.324.161,00 €         | 8               |
| Ciências Biológicas - Evolução e Filogenética                  | 772.073,00 €           | 5               |
| Ambiente e Alterações Climáticas - Alterações Climáticas       | 685.376,00 €           | 4               |
| Ciências Biológicas - Biologia Microbiana                      | 590.773,00 €           | 4               |
| Ciências Biológicas - Proteínas e Biologia Estrutural          | 574.807,00 €           | 5               |
| Ciências da Terra e do Espaço - Astronomia e Astrofísica       | 569.000,00 €           | 5               |
| Ciências Biológicas - Biodiversidade e Conservação             | 504.967,00 €           | 4               |
| Ciências da Terra e do Espaço - Geodinâmicas Interna e Externa | 130.000,00 €           | 1               |
| Ciências Biológicas - Ecossistemas                             | 109.281,00 €           | 1               |
| <b>Total Geral</b>   | <b>10.940.282,00 €</b> | <b>79</b>       |

Fonte:

MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

O Domínio científico das Ciências da Agricultura, Silvicultura, Pecuária, Caça e Pesca correspondem a mais de 9 milhões de Euros de financiamento para o I&D (13,5% do valor total dos projetos FCT liderados por instituições da AMP), repartidos por 70 projetos (13% dos liderados por instituições da AMP) ancorados em 7 especialidades científicas. Trata-se de um domínio de produção de conhecimento *analítico* localizado na AMP com potencial de aplicação particularmente dirigido às atividades agropecuárias, florestais e de pesca no setor primário, mas também à indústria agroalimentar, à indústria das madeiras e cortiça, às indústrias do ambiente, ao setor energético, particularmente às energias renováveis, ou à saúde, particularmente animal, mas também humana. É igualmente um Domínio Científico com elevado potencial de fertilização cruzada com outros domínios científicos, potenciando a emergência de processos de inovação que tocam diferentes setores de atividade económica.

Quadro 7 . Projetos de I&D financiados pela FCT no Domínio das Ciências da Agricultura, Silvicultura, Pecuária, Caça e Pesca, liderados por Instituições da AMP (2007-2010).

| Área Científica Principal  | Valor Total           | Nº de Projectos |
|--|-----------------------|-----------------|
| Ciências e Tecnologias do Mar  | 4.659.144,00 €        | 37              |
| Ciência Animal e Ciências Veterinárias                                 | 2.707.665,00 €        | 20              |
| Ciências Agronómicas e Florestais - Agricultura e Ambiente             | 968.992,00 €          | 7               |
| Ciências Agronómicas e Florestais - Ciência e Tecnologia dos Alimentos | 342.466,00 €          | 3               |
| Ciências Agronómicas e Florestais - Produção Agrícola                  | 152.813,00 €          | 1               |
| Ciências Agronómicas e Florestais - Genómica de Plantas                | 124.959,00 €          | 1               |
| Ciências Agronómicas e Florestais - Ciências Florestais                | 88.056,00 €           | 1               |
| <b>Total Geral</b>   | <b>9.044.095,00 €</b> | <b>70</b>       |

Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

O Domínio das Ciências Exatas produz conhecimento com um perfil quase exclusivamente *analítico*, sendo o de menor dimensão quer em termos de financiamento

quer em termos de número de projetos. Corresponde a pouco mais de 3,3 milhões de Euros de financiamento (5% do valor total dos projetos FCT liderados por instituições da AMP) distribuídos por 36 projetos (6,7% dos liderados por instituições da AMP) ancorados a 5 áreas de especialização científica. Enquanto conhecimento eminentemente analítico, serve de suportes a outras formas de produção de conhecimento igualmente analítico ou sintético nos mais variados Domínios Científicos.

Quadro 8 . Projetos de I&D financiados pela FCT no Domínio das Ciências Exatas, liderados por Instituições da AMP (2007-2010).

| Área Científica Principal         | Valor Total           | Nº de Projectos |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Química e Bioquímica - Química    | 1.429.790,00 €        | 14              |
| Química e Bioquímica - Bioquímica | 863.197,00 €          | 6               |
| Física                            | 653.153,00 €          | 7               |
| Matemática                        | 287.800,00 €          | 6               |
| Física das Partículas             | 97.000,00 €           | 3               |
| <b>Total Geral</b>                | <b>3.330.940,00 €</b> | <b>36</b>       |

Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

O Domínio das Ciências Sociais e Humanas é, de todos, aquele que mais desenvolve a produção de formas *simbólicas* de *conhecimento base*, não deixando de produzir igualmente formas de conhecimento *analítico* ou *sintético*. Não sendo o que reúne maior volume de financiamento, ainda assim ultrapassa os 5,6 milhões de Euros (8,3% do valor total dos projetos FCT liderados por instituições da AMP) distribuídos por 68 projetos (12,5% dos liderados por instituições da AMP), ancorados a 24 áreas de especialização científica. Trata-se de um domínio de produção de conhecimento localizado na AMP com elevado potencial de aplicação às atividades económicas culturais e criativas (ex., Urbanismo, Filosofia, Jornalismo, Línguas e literaturas, Antropologia, Conteúdos Digitais, Herança Cultural, História, Música e Musicologia, Arquitetura), mas também de forte aplicação a atividades económicas, sobretudo serviços complementares e de suporte aos processos de inovação (ex. Gestão, Sociologia, Economia, Geografia, Demografia), ou ainda a esfera das políticas públicas (Sociologia, Geografia, Economia, Filosofia, Urbanismo, Estudos sobre Ciência e Sociedade, Geografia, Políticas de Educação e de Ciência, Género e Cidadania, Demografia, Violência de Género). Podem ainda roçar atividades económicas como as da saúde humana (ex. psicologia Cognitiva, psicologia da Educação e Desenvolvimento, Antropologia, Sociologia, Demografia). Embora nem sempre encarado como um domínio com elevado potencial de alavancagem do desenvolvimento económico, trata-se de um domínio de produção de conhecimento localizado na AMP com potencial dirigido às atividade culturais e criativas emergentes, ou ao bom desempenho de funções transversais nas áreas de inovação social, de política pública ou de ordenamento do território.

Quadro 9. Projetos de I&D financiados pela FCT no Domínio das Ciências Sociais e Humana, liderados por Instituições da AMP (2007-2010).

| Área Científica Principal   | Valor Total           | Nº de Projectos |
|---|-----------------------|-----------------|
| Ciências e Políticas da Educação - Ciências da Educação           | 867.268,00 €          | 8               |
| Economia e Gestão - Gestão  | 756.227,00 €          | 10              |
| Ciências Sociais - Sociologia                                     | 444.719,00 €          | 4               |
| Psicologia - Psicologia Cognitiva                                 | 386.348,00 €          | 3               |
| Economia e Gestão - Economia                                      | 354.637,00 €          | 10              |
| Arquitectura e Urbanismo - Urbanismo                              | 301.881,00 €          | 2               |
| Filosofia - Filosofia   | 260.000,00 €          | 3               |
| Ciências da Comunicação e Informação - Jornalismo                 | 250.276,00 €          | 4               |
| Estudos Artísticos - Estudos Artísticos                           | 192.486,00 €          | 1               |
| Ciências Sociais - Estudos sobre Ciência e Sociedade              | 192.432,00 €          | 2               |
| Ciências da Linguagem e Estudos Literários - Línguas e Literatura | 181.076,00 €          | 3               |
| Ciências da Educação  | 174.210,00 €          | 4               |
| Ciências Sociais - Antropologia                                   | 173.000,00 €          | 1               |
| Conteúdos Digitais  | 150.000,00 €          | 1               |
| História - Herança Cultural                                       | 137.402,00 €          | 2               |
| Ciências Sociais - Geografia                                      | 125.270,00 €          | 1               |
| História - História   | 110.085,00 €          | 2               |
| Estudos Artísticos - Música e Musicologia                         | 104.629,00 €          | 1               |
| <b>Total Geral</b>  | <b>5.610.539,00 €</b> | <b>68</b>       |

Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

Em síntese, pode-se considerar que, em termos dos lugares de produção do conhecimento, a AMP se caracteriza por:

- Possuir um leque diversificados de instituições que produzem conhecimento que abarca a totalidade dos principais Domínios Científicos.
- Uma forte capacidade institucional das Universidades e institutos de investigação da AMP para participarem e liderarem projetos de I&D.
- Um papel central das instituições da esfera da U.Porto no processo de I&D à escala metropolitana, sendo igualmente um dos principais atores nacionais.
- As instituições de I&D da AMP produzem, fundamentalmente, *conhecimento base analítico*, mas o  *sintético* e o  *simbólico* encontram igualmente espaços de produção no ceio destas instituições, com algumas delas mais vocacionadas para estes tipos de *conhecimento base*.
- A produção de conhecimento a partir das instituições da AMP exhibe um grau significativo de especialização dentro de cada um dos Domínios Científicos, com um potencial de inovação direcionado especificamente a determinadas atividade económicas.
- Exhibe um potencial de *fertilização cruzada* entre diferentes Áreas Científicas dentro e entre os diferentes Domínios, potenciando a geração de processos de variedade relacionada e a criação de plataformas interdisciplinares de interação para a

produção de conhecimento que pode reforçar o caráter inovador do conhecimento produzido e o seu potencial latente de inovação económica.

- Produz formas de *exploration* e *examination* do conhecimento que podem contribuir para o *ciclo de inovação* de diversos setores de atividade económica, com particular relevo para determinados setores como a saúde, TIC, energias (renováveis), transportes (automóvel), bens de equipamento, construção civil e obras públicas, agroalimentares, ambiente, culturais e criativas.
- Existência de um considerável número de projetos de I&D possibilita a formação e atração de capital humano altamente qualificado e especializado nos métodos de investigação científica, o que é um fator essencial para o desenvolvimento de atividades económicas intensivas em conhecimento analítico, muito associadas à tecnologia de ponta ou a atividades intensivas em talento e com elevado potencial inovador.

### 3. Redes de produção de conhecimento

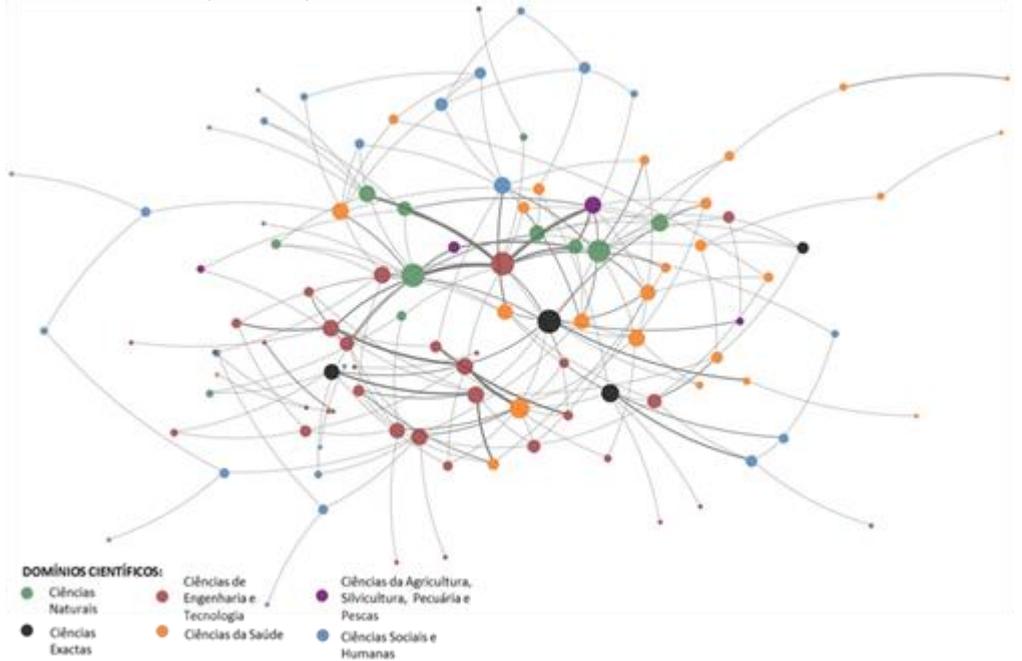
A produção de conhecimento é um processo que se sustenta cada vez mais em redes de interação, envolvendo diferentes áreas disciplinares, diferentes esferas institucionais e diferentes escalas territoriais. A criação e o reforço destas redes aumenta o potencial inovador, o processo de difusão do conhecimento, a credibilidade das instituições que nele participam e aproximam diferentes esferas de atores (universidades, empresas, organizações do Estado, associações, fundações) reforçando a proximidade relacional entre estes diferentes locus de produção, localizados a diferentes escalas territoriais, e aumentando a proximidade entre a investigação de base e a aplicada, entre a produção de conhecimento e a sua aplicação, nomeadamente a bens e serviços com valor económico ou a outras áreas de valorização e aplicação social do conhecimento. Este *Modo 2* de produção do conhecimento é tido como o que mais potencia a produção de inovação económica, facilitando igualmente a *fertilização cruzada* de saberes e o reforço da possibilidade de *variedade relacionado* nos processos de inovação.

A partir da análise da relação entre a área científica principal e a área científica secundária de cada projeto em que estão envolvidas instituições da AMP é possível avaliar até que ponto o processo de produção de conhecimento assenta em cruzamentos disciplinares. O grafo resultante desta análise (figura 1) é suficientemente explícito para se poder afirmar que existe uma *rede poligâmica* de relações interdisciplinares no processo de produção de conhecimento a partir dos projetos FCT em que participam instituições da AMP. Isto é, não existe uma relação privilegiada entre um par de especialidades científicas, mas antes relações diversificadas e simultâneas com distintas especialidades disciplinares. Este é um comportamento que favorece a possibilidade de *fertilização cruzada* entre diferentes áreas de especialização científica, aumentando o potencial inovador do conhecimento produzido.

Ao submetermos esta rede interdisciplinar uma análise de clusters, pode-se avaliar até que ponto ela é essencialmente *endogâmica*, isto é, as relações estabelecem-se unicamente entre especialidades científicas dentro de um mesmo Domínio Científico – *intradomínio*, ou se a relação interdisciplinar é reforçada pelo estabelecimento de *relações exogâmicas*, isto é, de relações preferenciais entre diferentes especialidades científicas de diferentes Domínios Científicos - *interdomínios*. Este tipo de *redes exogâmicas* pode significar que, para além do envolvimento de diferentes especialidades científicas, se envolve e se produz diferentes formas de *conhecimento base*, nomeadamente o *analítico* e o *sintético*, mas

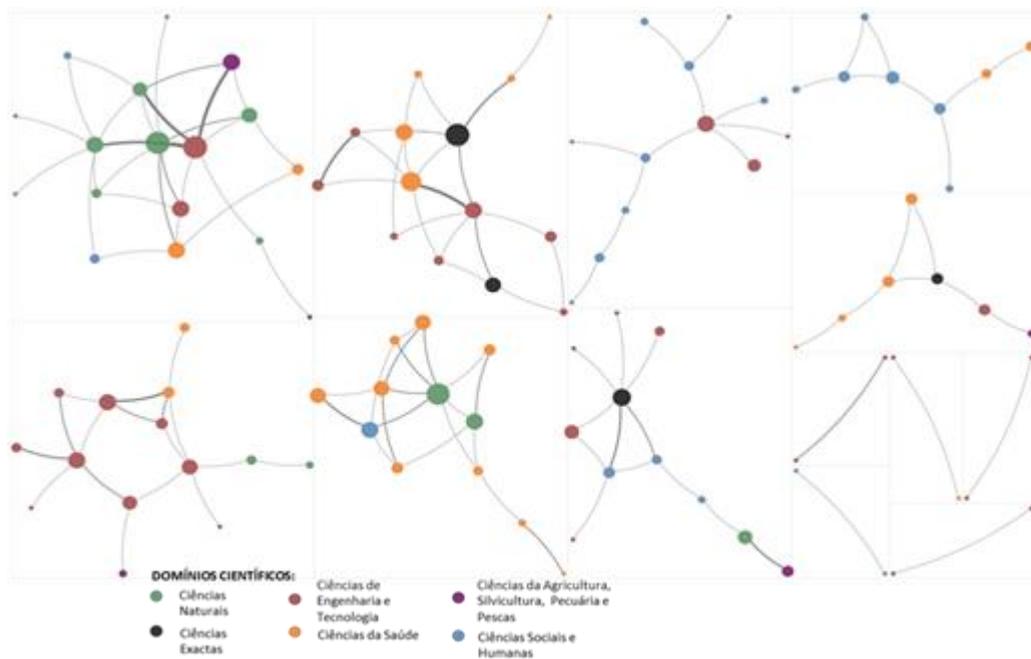
também o *simbólico*, durante estes processos de I&D. O resultado desta análise de clusters das redes interdisciplinares (figura 2) é evidente, demonstrando que as instituições da AMP integram ou estruturam redes de produção do conhecimento que, para além de *poligâmicas*, são também essencialmente *exogâmicas*. O resultado são comunidades de proximidade relacional que, para a produção de conhecimento, cruzam diferentes especialidades científicas de diferentes domínios. Tal possibilita a criação de relações com uma certa distância cognitiva dentro da esfera científica, aumentando o potencial criativo e inovador resultante da *fertilização cruzada*.

Figura 1. Rede interdisciplinar dos projetos de I&D financiados pela FCT em que participam Instituições da AMP (2007-2010).



Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H., 2013: Projeto “Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação”

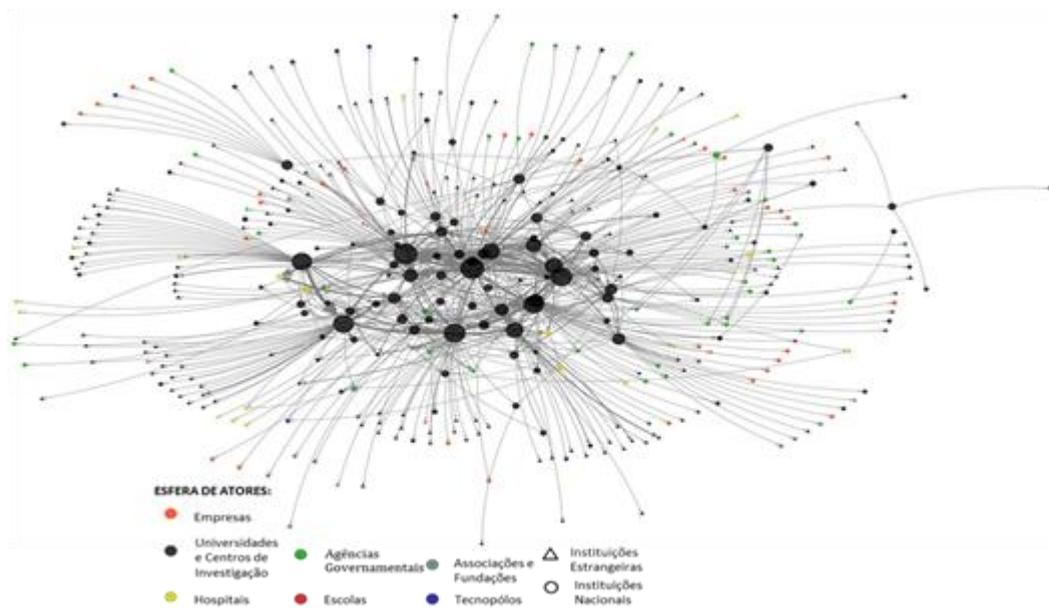
Figura 2. Análise de clusters da rede interdisciplinar dos projetos de I&D financiados pela FCT em que participam Instituições da AMP (2007-2010).



Fonte: SANTOS, H.; MARQUES, T. (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

Desta análise de *clusters* das redes interdisciplinares ressalta ainda o facto de as especialidades pertencentes ao Domínio das Ciências das Engenharias e Tecnologias aparecem na maioria das comunidades, assumindo, por vezes, um posicionamento central. Atendendo a que as engenharias estão particularmente vocacionadas para a exploração da dimensão aplicada do conhecimento ( *sintético*), indicia uma maior relação entre a investigação de base e a investigação aplicada, e o entrelaçar das fases de *exploration* com as de *exploitation* no ciclo de *inovação*. Este retrato das redes relacionais disciplinares resultantes dos projetos de I&D financiados pela FCT permite assinalar que as instituições da AMP estão a gerar uma forte dinâmica de reforço das ligações entre diferentes especialidades científicas, dentro e entre Domínios Científicos, gerando possibilidades de *variedade relacionada* logo no momento de *exploration knowledge*, e potenciando a origem de conhecimento inovador nos interstícios das fronteiras disciplinares, por processos de *fertilização cruzada*.

Figura 3. Rede institucional (*out-degree*) dos projetos de I&D financiados pela FCT em que participam Instituições da AMP (2007-2010).



Fonte: SANTOS, H.; MARQUES, T. (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

A partir das redes dos projetos de I&D financiados pela FCT que envolvem instituições da AMP (2007-2010), é possível analisar ainda a rede de instituições envolvida na produção do conhecimento (figura 3). Os projetos FCT dirigem-se às instituições pertencentes à esfera das universidades e instituições de investigação, pelo que são as organizações desta esfera institucional as que lideram os projetos e, conseqüentemente ocupam uma posição central e estruturante na rede. No entanto, estas redes envolvem também organizações pertencentes a outras esferas institucionais. No grafo da figura 3 é notória a presença de organizações da esfera empresarial, da esfera do Estado, da esfera hospitalar ou da esfera social (associações, fundações), embora ocupando uma posição mais periférica na estrutura da rede. Além do mais, também predominam as *redes poligâmicas*, com uma instituição a estabelecer relações simultaneamente com várias organizações, sendo raros os casos de *relações monogâmica*. A diversidade de esferas de atores envolvidos em *relações poligâmicas* sustenta a ideia de que a produção do conhecimento envolvendo instituições da AMP, para além de se apoiar em redes interdisciplinares, assenta em redes crescentemente transdisciplinares.

De igual modo, porque se trata de financiamento dirigido ao sistema nacional de I&D, são as instituições nacionais as que ocupam o lugar central na rede. No entanto, é igualmente evidente a presença de instituições internacionais nestas redes de produção de conhecimento, ocupando também uma posição mais periférica, mas permitindo afirmar que as redes em que participam as instituições da AMP exibem um perfil

territorial multi e interescalar, percorrendo as escalas metropolitana, regional, nacional e internacional.

A partir da figura 3 é possível identificar e hierarquizar as organizações da AMP com maior capacidade de, a partir dos projetos de I&D da FCT, estruturarem rede de relações com diferentes atores (ligações únicas que partem das instituições sediadas na AMP). Este é, desde logo, um indicador que permite avaliar e hierarquizar a capacidade das instituições de I&D da AMP para agregarem diferentes instituições nos processos de produção de conhecimento (instituições que participam nos projetos liderados por instituições da AMP, logo convidados por estas). Confirma-se que essa capacidade existe, embora de forma diferenciada. Este é igualmente um indicador que demonstra a capacidade de liderança e coordenação de redes de I&D por parte das instituições sediadas na AMP, assim como permite validar a sua força centrípeta, igualmente variável, na construção dessas redes. Pode ainda ser um indicador que ajuda a avaliar a reputação destas instituições, dado que é um requisito fundamental para que qualquer instituição aceite integrar um projeto liderado por terceiros. Pode ainda ser interpretado como um indicador da existência de capacidades, competências e conhecimento diferenciador ou mesmo único presente nestas instituições sediadas na AMP, capaz de atrair um leque diferentes parceiros para o desenvolvimento de I&D. Enquanto agregadores de ligações únicas a um maior número de instituições diferentes, destacam-se a FEUP, o ICETA-UP, o IBMC, o INEB, o INESC e o CIIMAR.

Quadro 10 . Instituições da AMP, segundo o *out-degree* dos projetos FCT (2007-2010).

| Instituições da AMP   | Out-degree |
|---|------------|
| Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia (FE/UP)   | 52         |
| Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agro-Alimentares - Porto (ICETA/UP)              | 43         |
| Instituto de Biologia Molecular e Celular (IBMC/UP)   | 39         |
| Instituto Nacional de Engenharia Biomédica (INEB/UP)  | 37         |
| Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores - Porto (INESC Porto/FE/UP)                  | 30         |
| Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR/CIMAR)                      | 28         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Ciências (FC/UP)   | 19         |
| Instituto de Patologia e Imunologia Molecular (IPATIMUP/UP)                                     | 14         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Letras (FL/UP)   | 13         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Medicina (FM/UP)   | 12         |
| Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI/UP)                                 | 11         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (FPCE/UP)             | 11         |
| Universidade do Porto - Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar (ICBAS/UP)             | 10         |
| Universidade do Porto - Associação para o Desenvolvimento da Faculdade de Ciências (ADFC/FC/UP) | 8          |
| Universidade Católica Portuguesa (UCP)  | 8          |
| Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)  | 8          |
| Universidade do Porto - Faculdade de Desporto (FADE/UP)   | 8          |
| Universidade do Porto - Faculdade de Farmácia (FF/UP)   | 7          |
| Universidade do Porto - Faculdade de Economia (FEP/UP)  | 6          |
| Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto (ISP/UP)                                    | 5          |

Fonte: MARQUES, T.; SANTOS, H.; (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

Por outro lado, é possível identificar e hierarquizar as instituições sediadas na AMP que são convidadas para participarem em projetos de I&D por um maior número de instituições diferentes (ligações únicas que apontam no sentido das instituições sediadas na AMP). Este é um indicador que permite avaliar e hierarquizar as instituições da AMP com maior capacidade de se alcançarem em redes de I&D, normalmente motivado pela sua reputação e/ou pelo contributo que podem dar para o processo de I&D a partir de capacidades, competências e conhecimento diferenciador ou mesmo único. Neste caso destacam-se a FEUP, o ICETA-UP, o INESC, a FMUP, a FCUP, o CIIMAR, o ICBAS, a ADFC-UP e o IBMC.

Quadro 11 . Instituições da AMP, segundo o *out-degree* dos projetos FCT (2007-2010).

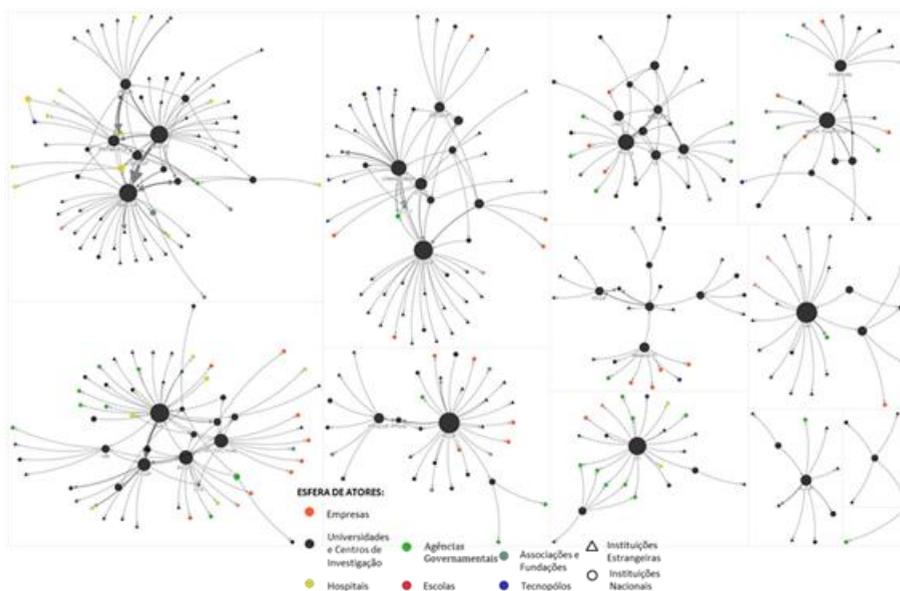
| Instituições da AMP   | In-degree |
|---|-----------|
| Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia (FE/UP)   | 25        |
| Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agro-Alimentares - Porto (ICETA/UP)              | 20        |
| Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores - Porto (INESC Porto/FE/UP)                  | 16        |
| Universidade do Porto - Faculdade de Medicina (FM/UP)   | 15        |
| Universidade do Porto - Faculdade de Ciências (FC/UP)   | 14        |
| Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR/CIMAR)                      | 11        |
| Universidade do Porto - Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar (ICBAS/UP)             | 11        |
| Universidade do Porto - Associação para o Desenvolvimento da Faculdade de Ciências (ADFC/FC/UP) | 11        |
| Instituto de Biologia Molecular e Celular (IBMC/UP)   | 10        |
| Instituto de Patologia e Imunologia Molecular (IPATIMUP/UP)                                     | 9         |
| Fundação Ensino e Cultura Fernando Pessoa (FECFP)   | 9         |
| Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI/UP)                                 | 8         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Farmácia (FF/UP)   | 8         |
| Instituto Politécnico do Porto (IPPorto)  | 8         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Letras (FL/UP)   | 7         |
| Universidade Católica Portuguesa (UCP)  | 7         |
| Hospital de São João EPE (HSJ)  | 7         |
| Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)  | 6         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Medicina Dentária (FMD/UP)                                 | 6         |
| Universidade do Porto - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (FPCE/UP)             | 5         |
| Centro Hospitalar do Porto, EPE (CHP)   | 5         |
| Cooperativa de Ensino Superior Politécnico e Universitário, CRL (CESPU)                         | 5         |

Fonte: SANTOS, H.; MARQUES, T. (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

Também no caso das redes institucionais, ao submetemos a uma análise de *clusters*, pode-se avaliar até que ponto ela é essencialmente *endogâmica*, isto é, as relações estabelecem-se unicamente entre atores pertencentes à mesma esfera institucional, ou se existe uma natureza de *relações exogâmicas*, isto é, de relações preferenciais entre diferentes atores de diferentes esferas institucionais, o que, a confirmar-se, configura, neste caso, um reforço da transdisciplinaridade dos processos de produção de conhecimento. Como se demonstra na figura 4 a esmagadora maioria das comunidades identificadas pelo algoritmo de *cluster* reúne atores de mais do que uma esfera institucional, o que atesta a tendência para que os projetos de I&D em que participam instituições da AMP tenham

um caráter transdisciplinar. Este é um indicador importante de aproximação entre a investigação de base e aplicada e de que estas redes financiadas pela FCT podem produzir formas de *exploration knowledge*, mas igualmente *examination* e *exploitation* do ciclo de inovação. È igualmente um indicador que reforça a possibilidade de *fertilização cruzada* de conhecimento, produzido numa diversidade de *locus* a escalas variadas. Desta forma aumenta o potencial inovador do processo de I&D.

Figura 4. Análise de clusters da rede institucional (out-degree) dos projetos de I&D financiados pela FCT em que participam Instituições da AMP (2007-2010).



Fonte: SANTOS, H.; MARQUES, T. (2013) “Projeto *Policentrismo Urbano, Conhecimento e Dinâmicas de Inovação*”.

#### 4. Conclusão

Concluindo, pode-se considerar que, em termos das redes institucionais de produção de I&D, a AMP se caracteriza pela:

- Existência de redes interdisciplinares *exogâmicas* de produção de I&D, potenciando a *fertilização cruzada* entre diferentes áreas de especialização científica e, consequentemente, aumentando o potencial inovador.

- Existência de redes institucionais transdisciplinares *exogâmicas* de produção de I&D, potenciando a produção de formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento do ciclo de inovação.

- Existência de redes multi e interescolares (desde a escala metropolitana à internacional) de produção de I&D, possibilitando a participação nas redes internacionais de produção de conhecimento, reforçando o prestígio e a credibilidade das instituições da AMP que participam nessas redes, e possibilitando a disseminação, aprendizagem, aprofundamento e construção de competência e conhecimento durante o processo de I&D.

Apesar da presença de atores de diferentes esferas de ação, nomeadamente da esfera das empresas, a grande maioria destas empresas não se localizam na AMP, o que pode ser o prenúncio da falta de *capacidade de absorção*, por parte do tecido empresarial da AMP, do conhecimento desenvolvido durante o processo de I&D.

### Bibliografia

ASHEIM, B. T., BOSCHMA, R., & COOKE, P. (2011). Constructing Regional Advantage: Platform Policies Based on Related Variety and Differentiated Knowledge Bases. *Regional Studies*, 45 (7), 893-904.

ASHEIM, B. T., COENEN, L., & VANG, J. (2007). Face-to-face, buzz and knowledge base: sociospatial implications for learning, innovation and innovation policy. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 25, 655-670.

ASHEIM, B. (2011). The Changing Role of Learning Regions in the Globalizing Knowledge Economy: A Theoretical Re-examination. *Regional Studies*, DOI:10.1080/00343404.2011.607804.

ASHEIM, B., & COENEN, L. (2005). Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. *Research Policy*, 34, 1173-1190.

COHEN, W. M., & LEVINTHAL, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128-152.

COOKE, P. (2012). Creating Clean-Tech Clusters: Lessons for the Negev. In OECD, *Entrepreneurship, SMES and Local Development: Clean-Tech in the Negev, Israel* (pp. 31-36). Paris: OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Programme.

COOKE, P. (2006). Global Bioregional Networks: A New Economic Geography of Bioscientific Knowledge. *European Planning Studies*, 14 (9), 1265-1285.

COOKE, P. (2006). Global Bioregions: Knowledge Domains, Capabilities and Innovation System Networks. *Industry & Innovation*, 13 (4), 437-458.

COOKE, P. (2004). Regional innovation systems - an evolutionary approach. In P. COOKE, M. HEIDENREICH, & H.-J. BRACZYK, *Regional Innovation Systems the role of governance in a globalized world* (Second Edition - reprinted 2009 ed., pp. 1-18). Oxon: Routledge.

COOKE, P. (2005). Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring 'Globalisation 2' - A new model of industry organisation. *Research Policy*, 34, 1128-1149.

COOKE, P. (2009). The Economic Geography of Knowledge Flow Hierarchies Among Internationally Networked Medical Bioclusters: A Scientometric Analysis. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 100 (3), 332-347.

COOKE, P., & LEYDESDORFF, L. (2006). Regional Development in the Knowledge-Base Economy: The Construction of Advantage. *Journal of Technology Transfer*, 31 (5), 5-15.

DOLOREUX, D. (2004). Regional networks of small and medium sized enterprises: evidences from Metropolitan Areas of Ottawa in Canada. *European Planning Studies*, 12 (2), 173-189.

DOSI, G., & ORSENIGO, L. (1988). Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBERG, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 13-37). London: Pinter Publishers Limited.

FELDMAN, M. (2003). The Locational Dynamics of the US Biotech Industry: Knowledge Externalities and the Anchor Hypothesis. *Industry and Innovation*, 10 (3), 311-328.

FORAY, D., DAVID, P. A., & HALL, B. H. (2011). Smart specialization: From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation. *MANAGEMENT OF TECHNOLOGY & ENTREPRENEURSHIP INSTITUTE COLLEGE OF MANAGEMENT OF TECHNOLOGY MTEI-WORKING PAPER-2011-001*, 1-16.

FORAY, D., DAVID, P. A., & HALL, B. (2009). Smart Specialisation – The Concept. *Knowledge Economists Policy Brief*, 9, 1-5.

FREEMAN, C. (1988). Evolution, technology and institutions: a wider framework for economic analysis. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBERG, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 9-37). London: Pinter Publishers Limited.

FRENKEN, K., VAN OORT, F., & VERBURG, T. (2007). Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41.5, 685-697.

GIBBONS, M., LIMOGE, C., NOWOTNY, H., SCHVARTZMAN, S., SCOTT, P., & TROW, M. (1994). *The New Production of Knowledge: Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage Publications.

LUNDVALL, B.-A. (2006). Knowledge Management in the Learning Economy. *DRUID Working Papers*, 6.

LUNDVALL, B.-A., & JOHNSON, B. (1994). The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1 (2), 23-42.

MOODYSSON, J., COENEN, L., & ASHEIM, B. (2008). Explaining spatial patterns of innovation: analytical and synthetic modes of knowledge creation in the Medicoin Valley life-science cluster. *Environment and Planning A*, 40, 1040-1056.

NONAKA, I., & TAKEUCHI, H. (2004). Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional. In H. TAKEUCHI, & I. NONAKA, *Gestão do Conhecimento* (A. THORELL, Trad., pp. 54-90). São Paulo: Artmed Editora S.A.

NONAKA, I., UMEMOTO, K., & SENOO, D. (1996). From Information Processing to Knowledge Creation: A Paradigma Shift in Business Management. *Technology in Society*, 18 (2), 203-218.

OCDE. (1996). *The Knowledge-based Economy*. Paris: OCDE.

OWEN-SMITH, J., & POWELL, W. W. (2004). Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community. *Organization Science*, 15 (1), 5-21.

OWEN-SMITH, J., RICCABONI, M., PAMMOLLI, F., & POWELL, W. (2002). A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences. *Management Science*, 48 (1), 24-43.

POLANYI, M. (1966). *The Tacit Dimension*. London: Routledge & Kegan Paul Ltd.

PORTER, M. E. (2000). Locations, Clusters, and Company Strategy. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 253-291). New York: Oxford University Press.

POWELL, W. W., KOPUT, K. W., & SMITH-DOERR, L. (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41 (1), 116-145.

ZUCKER, L. G., & DARBY, M. R. (1996). Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 12709-12716.