



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

**MESTRADO**  
ECONOMIA E GESTÃO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
INOVAÇÃO

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
DISSERTAÇÃO

AS ACTIVIDADES DE I&D EM OPERADORES DE REDES DE  
TRANSPORTE DE ENERGIA ELÉCTRICA

JOÃO FILIPE ALVES HENRIQUES

SETEMBRO - 2012



Instituto Superior de Economia e Gestão

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DESDE 1911

**MESTRADO**  
ECONOMIA E GESTÃO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E  
INOVAÇÃO

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
DISSERTAÇÃO

AS ACTIVIDADES DE I&D EM OPERADORES DE REDES DE  
TRANSPORTE DE ENERGIA ELÉCTRICA

JOÃO FILIPE ALVES HENRIQUES

**ORIENTAÇÃO:**

PROFESSOR DOUTOR JOÃO CARAÇA

SETEMBRO - 2012



*“O Sistema de Energia Eléctrica (SEE) - compreendendo a produção, o transporte, a distribuição e o consumo – é dos mais complexos empreendimentos jamais concebidos por cientistas e engenheiros.”*

(Sucena Paiva, 2005)



## Glossário de termos e abreviaturas

---

ACER	Agency for the Cooperation of European Regulators
CE	Comissão Europeia
Cigré	Conseil International de Grandes Réseaux Électriques
DI&D	Despesa em Investigação e Desenvolvimento
EEGI	European Electricity Grid Initiative
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity
EPO	European Patent Office
ERSE	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
I&D	Investigação e Desenvolvimento
II&D	Intensidade em Investigação e Desenvolvimento
IPCTN	Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional
MIBEL	Mercado Ibérico de Electricidade
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PIB	Produto Interno Bruto
PRE	Produção (ou produtor) em Regime Especial
R&D	Research & Development
RNT	Rede Nacional de Transporte
SCT	Sistema Científico e Tecnológico
SEE	Sistema de Energia Eléctrica
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SET	Strategic Energy Technology
SNI	Sistema Nacional de Inovação
TSO	Transmission System Operator
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto



## Resumo

---

Este trabalho procura traçar o perfil das empresas operadoras de redes de transporte de energia eléctrica, ou seja, as empresas responsáveis pela operação, manutenção e desenvolvimento das Redes Nacionais de Transporte dos respectivos países, no que concerne ao seu envolvimento em actividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D).

Através da análise à evolução de alguns indicadores, como a despesa anual em I&D e a intensidade de I&D, recolhidos para algumas das principais empresas europeias, conclui-se que este é um sector de baixa intensidade de I&D. No entanto, conclui-se também que este sector não é menos intensivo em I&D do que outro que lhe está próximo, o das *utilities* energéticas que actuam no sector da produção de energia eléctrica, sector esse que inclui algumas das empresas europeias que mais investem anualmente em I&D.

Uma outra conclusão importante é a de que o desinvestimento em actividades de I&D que se verificou nessas *utilities* energéticas no decorrer da primeira década do século XXI, teve um ponto de inflexão por volta do ano de 2007 e desde então recuperou (se não superou mesmo) os níveis anteriores. Por outro lado, este desinvestimento não se verificou nas operadoras das redes de transporte.

Palavras-chave: Energia, Transporte de Electricidade, Inovação, Investigação e Desenvolvimento.



## Abstract

---

This work outlines the research and development (R&D) profile of the Transmission System Operators (TSO), that is, the companies who operate, maintain and develop the electricity transmission grids of a given country.

Through the analysis of some indicators, such as R&D yearly budgets and R&D intensity, collected for some of the most representative European TSOs, it is concluded that this is a sector of low R&D intensity. Though, the R&D intensity of this sector is not inferior to another close sector which accommodates some of the Europe's most R&D investing companies - the power producers' utilities sector.

Another important conclusion is that the underinvestment that took place during the first decade of the 21<sup>st</sup> century in power producer utilities' R&D budgets had an inflection point around 2007 and since then has recovered (if not overcome) the previous levels. On the other hand, this underinvestment is not observed in the TSOs sector.

Keywords: Energy, Electricity Transmission, Innovation, Research and Development.

## Índice:

---

1.	Introdução .....	9
1.1	A energia e a sua importância na economia .....	9
1.2	O Sistema Eléctrico Nacional e os seus actores .....	10
1.3	Objectivo do estudo .....	12
1.4	Estrutura do trabalho .....	13
2.	Energia e Inovação .....	13
2.1	A inovação .....	13
2.2	A energia e a inovação .....	15
2.3	As <i>utilities</i> energéticas e a inovação.....	16
2.4	O que diz a Comissão Europeia? .....	18
2.5	Os TSO e os organismos internacionais.....	20
2.6	The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard .....	23
3.	Metodologia e objecto de estudo .....	24
3.1	Indicadores .....	24
3.2	Objecto de estudo .....	25
4.	Análise de dados.....	26
4.1	Indicador 1 – DI&D .....	27
4.2	Indicador 2 – II&D.....	29
4.3	Indicador 3 – DI&D / RH .....	32
4.4	Análise integrada dos indicadores .....	34
4.5	Áreas de investigação.....	37
4.6	Resposta às perguntas de investigação.....	40
5.	Conclusões.....	41
6.	Bibliografia.....	44
7.	Anexo 1 – Lista de dados .....	46
8.	Anexo 2 – Dados do “The 2011 EU R&D Investment Scoreboard” .....	48

## Índice de Tabelas e Figuras

---

Tabela I – Despesa em I&D e Intensidade de I&D nas principais <i>utilities</i> energéticas. ....	18
Tabela II – Caracterização de Intensidade em I&D. ....	23
Tabela III – Empresas alvo do estudo (TSOs).....	25
Tabela IV – Empresas alvo do estudo (outras <i>utilities</i> ). ....	26
Tabela V – Despesa anual em I&D e Receita Permitida na REN [2008-2011].....	32
Figura 1 – Consumo mundial de energia eléctrica por sector.....	10
Figura 2 – Esquema simplificado do percurso da energia, desde a produção ao consumo. ....	11
Figura 3 – Despesa em I&D no sector energético em percentagem do PIB. ....	16
Figura 4 – Necessidades de I&D em TSOs no futuro. ....	21
Figura 5 – Despesa anual em I&D em TSOs [2000-2011]. ....	27
Figura 6 – Despesa em I&D noutras <i>utilities</i> eléctricas [2000-2011]. ....	28
Figura 7 – Intensidade de I&D em TSOs [2000-2011]. ....	29
Figura 8 - Intensidade de I&D noutras <i>utilities</i> eléctricas [2000-2011].....	30
Figura 9 – DI&D/RH em TSOs [2000-2011].....	33
Figura 10 – DI&D/RH noutras <i>utilities</i> eléctricas [2000-2011]. ....	33
Figura 11 – Evolução da II&D média nos dois grupos estudados [2000-2010]. ....	34
Figura 12 – Evolução da I&D/RH média nos dois grupos estudados [2000-2010].....	35
Figura 13 – Intensidade de I&D e orçamento de I&D por colaborador [2010].....	36
Figura 14 – Distribuição de projectos de I&D por áreas de actividade [REN, REE e EnergiNet]. ....	38
Figura 15 – Distribuição do orçamento anual de I&D da National Grid [2011/2012].....	39



## 1. Introdução

---

### 1.1 A energia e a sua importância na economia

---

Desde que o Homem passou a dominar o fogo, há mais de 400 000 anos, que a energia é um dos mais importantes instrumentos para a sua actividade e evolução. Esta premissa não mais se alterou e, mais do que a utilização da energia em si, conforme denota Ferreira (2003), para sermos mais rigorosos, é a prestação energética que satisfaz as necessidades de bem-estar social e as suas respectivas exigências, sejam elas de calor, força motriz, iluminação, mobilidade, etc.

Já Sucena Paiva (2005) refere a energia como um conceito abstracto, usualmente definido como a capacidade de produzir trabalho. Segundo o mesmo autor, a energia eléctrica em particular apresenta-se como uma das formas de energia final, ou seja, uma das formas de energia obtidas por conversão da energia primária<sup>1</sup>.

A propósito da energia eléctrica, foi no final do século XIX, através de nomes como Thomas Edison, Nikola Tesla, entre outros, que assistimos a um desenvolvimento de carácter industrial desta tecnologia, designadamente através do desenvolvimento das primeiras centrais eléctricas e respectivas redes de distribuição associadas.

Este desenvolvimento provou-se fundamental para o processo de revolução industrial que vinha acontecendo<sup>2</sup> e o crescimento desta indústria acompanhou a evolução das sociedades desde então.

Para demonstrar esta perspectiva, basta analisar a evolução do consumo mundial de energia eléctrica ao longo dos últimos anos, conforme ilustrado na Figura 1. Nos últimos quarenta anos, o consumo de energia eléctrica mais do que triplicou. Estes números confirmam um axioma já conhecido - o consumo de energia eléctrica cresce a uma taxa superior à taxa de crescimento da própria população (a população mundial cresceu cerca de 1,8 vezes no mesmo período).

---

<sup>1</sup> Energia Primária: energia química dos combustíveis fósseis, a energia potencial e cinética da água, a energia nuclear, a energia eólica, a energia solar e a energia geotérmica, entre outras (Sucena Paiva, 2005).

<sup>2</sup> Algumas fontes designam esta etapa, iniciada na segunda metade do século XIX, como a “2ª Revolução Industrial”.

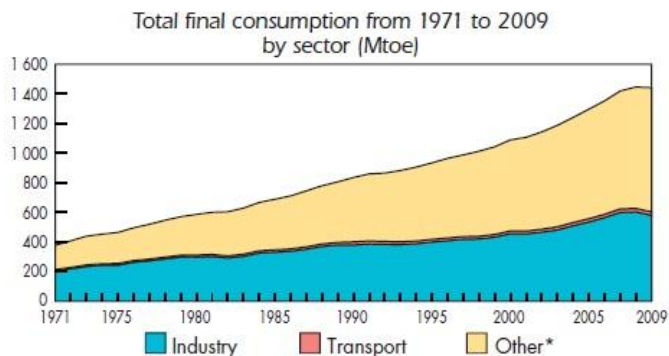


Figura 1 – Consumo mundial de energia eléctrica por sector em Mtep<sup>3</sup>  
Fonte: *International Energy Agency*

O acesso à energia, e em particular à energia eléctrica, constitui por isso um factor determinante, não só para o bem-estar social, num sentido mais lato, mas também para a própria competitividade das economias. Sendo que as condições de acesso, quer pela via do preço, quer pela via da qualidade do produto (ou do serviço), são também elas determinantes para sustentar a competitividade do tecido empresarial, em particular num panorama de crescente competitividade internacional.

## 1.2 O Sistema Eléctrico Nacional e os seus actores

Pelas razões expostas, um Sistema Eléctrico Nacional (SEN) constitui uma infra-estrutura básica e fundamental de suporte a qualquer economia que se queira desenvolvida. Este sistema compreende cinco áreas de actividade principais: a produção<sup>4</sup>, o transporte, a distribuição, a comercialização e a operação dos mercados.

Na Figura 2 está representado, de forma muito simplificada, o percurso da energia eléctrica desde a sua produção até ao consumo, onde se encaixam as cinco áreas de actividade atrás mencionadas.

Interessa, para o âmbito deste trabalho, caracterizar sucintamente a rede de transporte de energia eléctrica e sobretudo distingui-la da rede de distribuição. Para começar, as redes de transporte de energia eléctrica ficam a montante das redes de distribuição na cadeia de actividade. Estas redes caracterizam-se, fundamentalmente, por interligarem o sistema produtor e os centros de distribuição, através de ligações mais extensas e em níveis de tensão mais elevados, quando comparadas com as das redes de distribuição. Realça-se ainda o facto

<sup>3</sup> Mtep – Milhões de toneladas equivalentes de petróleo.

<sup>4</sup> Em rigor, dever-se-ia referir a conversão de energia e não a produção.

de ser nas redes de transporte que estão suportadas as interligações transfronteiriças. No caso de Portugal, as suas interligações com Espanha contribuem não só para a segurança do sistema, em virtude das necessidades de importação de energia, mas também para a concorrência comercial entre os produtores dos dois países, através do Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL).

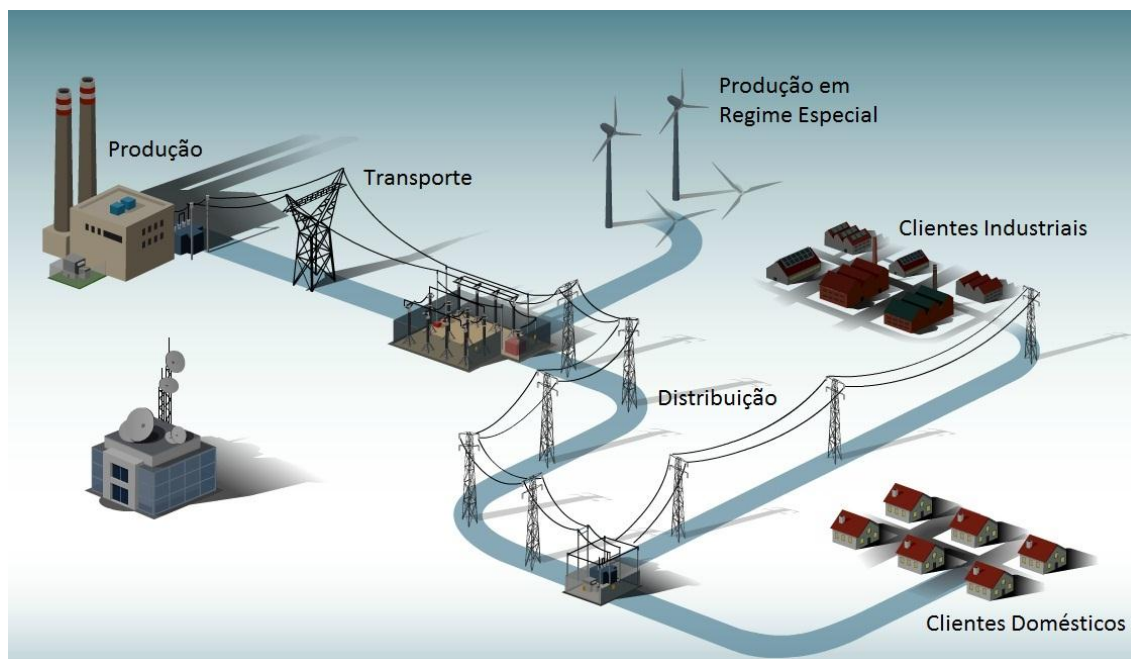


Figura 2 – Esquema simplificado do percurso da energia, desde a produção ao consumo.

Fonte: Red Eléctrica de España (REE) (<http://www.ree.es>) (adaptado)

Ao longo dos últimos anos tem-se assistido a alterações profundas neste sector, desde logo por força das crescentes preocupações ambientais e conseqüente impulso à exploração de algumas fontes de energia renováveis, o que obrigou a uma reorganização do sistema, de forma a criar condições mais favoráveis para a integração dos chamados Produtores em Regime Especial (PRE). Mas também por força das alterações nos quadros legais, que visam o aumento da competitividade e a redução de tarifas para o consumidor<sup>5</sup>, através de uma lógica de liberalização de um sector tradicionalmente monopolizado de forma regulada.

No espaço europeu, esta liberalização do sector obrigou ainda à definição de normas no que respeita à organização das infra-estruturas, ditando que fosse abandonado o modelo vertical do sistema, em que a mesma empresa podia deter activos de produção, transporte e

<sup>5</sup> Embora esteja ainda por provar a eficácia da liberalização do sector na redução do preço final da electricidade.



distribuição. Assim, com vista a criar um mercado transparente e não discriminatório, foi definido que as infra-estruturas da rede de transporte deviam ser juridicamente separadas do conjunto produção/distribuição/comercialização.

Este processo de *unbundling* está já em estado avançado em termos organizacionais, e até jurídicos, na maioria dos países. No entanto, as directivas comunitárias vão mais longe e além da segregação jurídica é sugerida também a desagregação em termos de propriedade das empresas, limitando a participação accionista de umas sobre as outras. Este segundo estágio é naturalmente mais difícil de satisfazer, desde logo porque muitas das empresas ainda são total ou parcialmente controladas pelo respectivo Estado.

O exemplo português ilustra um processo de *unbundling* completo, tendo sido constituída em 1994 a REN – Rede Eléctrica Nacional, SA, enquanto empresa concessionária da Rede Nacional de Transporte (RNT), subsidiária da EDP – Energias de Portugal, SA. Posteriormente, em 2000, a REN viria a ser separada juridicamente do grupo EDP com vista a dar cumprimento às directivas comunitárias. Também a estrutura accionista das duas empresas, decorrente das respectivas privatizações, garante o cumprimento da segunda premissa das referidas directivas.

### 1.3 Objectivo do estudo

---

O presente trabalho centra-se no sector específico das empresas operadoras de redes de transporte de energia eléctrica (TSO<sup>6</sup>), e na sua caracterização no concernente ao envolvimento em processos de inovação. Em particular, é analisado o contributo destas empresas em matéria de investigação e desenvolvimento (I&D).

Para tal, estuda-se o envolvimento de algumas das principais empresas europeias nestas actividades através da análise à evolução de alguns indicadores ao longo dos últimos anos.

Para uma melhor sistematização dos objectivos do estudo, colocam-se as seguintes perguntas de investigação:

1. O orçamento de I&D dos TSOs europeus diminuiu na última década?
2. Os processos de *unbundling* tiveram repercussões nos orçamentos de I&D das empresas?
3. Os TSOs europeus têm mais ou menos intensidade de I&D do que outras empresas do sector, designadamente da produção de energia?
4. Quais os padrões das áreas de investigação e desenvolvimento?

---

<sup>6</sup> Do inglês *Transmission System Operator*.



5. Qual o peso das actividades de I&D realizadas no âmbito de organismos internacionais na I&D total dos TSO's?

## 1.4 Estrutura do trabalho

---

Este trabalho está dividido em 5 capítulos principais. O primeiro (e presente) capítulo procura enquadrar o sector objecto de estudo e descrever sucintamente o objectivo do trabalho. O segundo capítulo apresenta uma análise sobre alguma da bibliografia que se considera relevante, particularmente nas áreas da inovação, da I&D e destas actividades quando aplicadas ao sector eléctrico. Também neste capítulo é apresentada a perspectiva da Comissão Europeia e dos organismos e entidades por ela mandatados. O terceiro capítulo introduz o universo de estudo e a metodologia seguida para a análise. O quarto capítulo é dedicado à análise dos dados e à sua organização para dar resposta às perguntas de investigação formuladas. E por fim, o quinto capítulo apresenta as conclusões da análise, apontando também as limitações da investigação.

## 2. Energia e Inovação

---

### 2.1 A inovação

---

O reconhecimento da importância da inovação para a actividade económica, *lato sensu*, remontará ao séc. XVIII. De resto, conforme denotam Freeman e Soete (1997), já Adam Smith no famoso primeiro capítulo da sua obra *Wealth of Nations*, em 1776, reconhecia a importância da evolução das máquinas e da divisão do trabalho como catalisadores de invenções especializadas. A teoria sobre a divisão do trabalho constitui, desde logo, uma inovação organizacional e processual, à época. Em certa medida, o trabalho de um homem numa sociedade mais rudimentar é o trabalho de vários homens numa sociedade evoluída (Smith, 1776).

A inovação é um processo complexo e a compreensão desta complexidade é fundamental para evitar a linearização desse mesmo processo. O modelo linear já há muito deixou de ser a solução para passar a ser uma alternativa, numa percepção evidente de que nem só dos departamentos de I&D vive a inovação, mas muito mais de uma arquitectura inter-relacional

entre todos os actores envolvidos, sejam eles endógenos ou exógenos à entidade que desenvolve o esforço de inovação.

Essa inter-relação (e a sua proficuidade) é, num âmbito nacional, catalisada por aquilo a que chamamos Sistema Nacional de Inovação (SNI). Este sistema consiste numa rede de instituições, públicas ou privadas, cujas actividades espoletam, importam, modificam e difundem novas tecnologias (Freeman, 1995). Logicamente, a eficácia e a eficiência de um Sistema Nacional de Inovação são cruciais, tendo este sistema uma contribuição absolutamente decisiva para a produção de inovações, ou melhor, para a criação de um ambiente que lhes seja propício e que tire o máximo rendimento de todos os meios disponíveis. Mais, o SNI tem ainda um papel essencial no ritmo a que as inovações se difundem (Caraça, 1993).

Ainda assim, apesar da importância das inter-relações entre os actores do SNI, recorrentemente parece continuar a haver incursões na lógica de que a inovação é um processo que se alimenta exclusivamente da despesa em I&D (DI&D) e da inerente afectação de recursos humanos a essas actividades. O que não sendo verdade, também não implica que dados como a despesa em I&D e o número de investigadores envolvidos nestas actividades percam relevância. De resto, continuam a constituir dois dos principais indicadores em matéria de inovação, uma vez que o seu grau de intensidade é essencial (embora não exclusivo) para a produção de inovações.

O surgimento e crescimento deste sistema profissionalizado de actores dedicados a actividades de investigação e desenvolvimento constituiu, talvez, a mais importante alteração económica e social do século XX (Freeman e Soete, 1997).

Para esta crescente importância contribuiu, indubitavelmente, o reconhecimento do valor da ciência enquanto elemento capaz de gerar vantagem tecnológica. A convergência entre a actividade científica e a económica terá emergido nos finais do século XIX, como consequência da percepção de que as tecnologias necessárias à operação de grandes organizações foram adquirindo bases disciplinares (Caraça, 1996).

Esta perspectiva é acentuada no período pós segunda guerra mundial, relevando-se o paradigma *science-push*, que advoga que a inovação é um processo desencadeado, maioritariamente, por novas descobertas científicas. Isto por oposição a uma visão *market-pull*, orientada para a inovação enquanto consequência de uma determinada procura de mercado.

A ciência passou então a ser considerada como um importante assunto da agenda política (Caraça, 1996). Ainda assim, convém ter presente que ela é apenas um dos vários ingredientes no sucesso do processo de inovação (Fagerberg et al., 2006).

## 2.2 A energia e a inovação

---

No caso particular do sector energético, o desenvolvimento de novas tecnologias foi e continuará a ser um factor central na transição para formas mais limpas e mais eficientes de produção e consumo de energia. (Sagar & Zwaan, 2005). Mas também para eliminar falhas no fornecimento e combater o aumento do custo da mesma, problemática que foi originada, em parte, pelas crises petrolíferas dos anos 1970 (Sirin, 2011).

Estas preocupações têm sido reforçadas, ao longo dos últimos anos, pelo crescimento de outras de índole ambiental. Com efeito, a substituição das tecnologias tradicionais de produção de energia eléctrica a partir da queima de combustíveis fósseis, por outras, ditas “limpas”, joga aqui um papel muito relevante. Acrescente-se ainda a perspectiva de desactivação de muitas centrais nucleares, em diversas longitudes, nos próximos anos.

Todos estes desafios exigem um esforço de inovação neste sector. No entanto, na maioria dos países da OCDE<sup>7</sup> os orçamentos públicos para a I&D na área da energia têm vindo a decrescer desde o início dos anos 80 do século XX (Margolis & Kammen, 1999). Um dos factores que parece ter condicionado fortemente este desinvestimento foi a privatização do sector, inclusive no que às *utilities*<sup>8</sup> diz respeito, como denotam Margolis e Kammen (1999) para o caso do mercado americano.

Estas conclusões constituem, de certa forma, um paradoxo. Por um lado, existe uma assunção clara de que a energia terá um papel fundamental na resposta às alterações climáticas (Hoffert et al., 1998), por outro, de forma surpreendente, pouca capacidade tem sido desenvolvida para planear, iniciar e avaliar a I&D no sector energético (Margolis & Kammen, 1999). Como consequência, o orçamento (público e privado) dos países para estas actividades decresceu abruptamente no final da década de 80 do século XX, não voltando entretanto a recuperar. Esta tendência é ilustrada na Figura 3.

---

<sup>7</sup> Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico.

<sup>8</sup> Adopta-se neste trabalho o termo anglo-saxónico, uma vez que não existe um termo português equivalente para definir deste tipo de empresas de serviço público.

O desinvestimento evidenciado fornece naturalmente uma perspectiva desanimadora, tanto mais que é reconhecida a importância do papel da I&D na mudança de alguns paradigmas do sector energético.

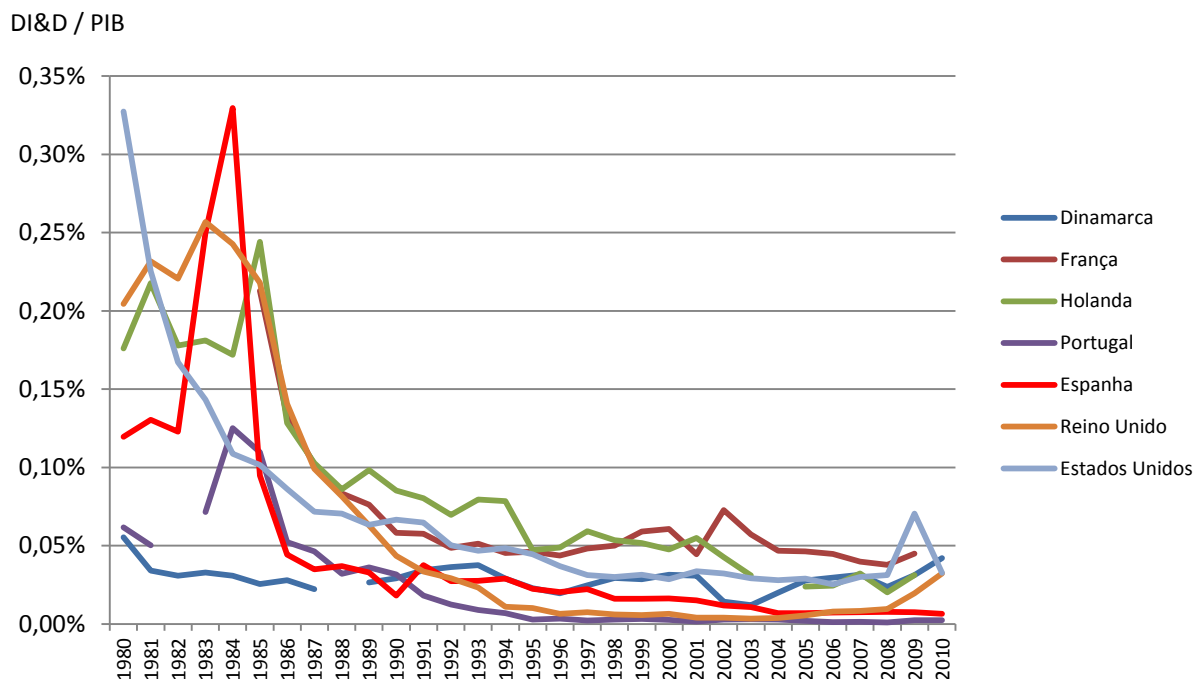


Figura 3 – Despesa em I&D no sector energético em percentagem do PIB.

Fontes dos dados: *World Bank* (PIB) e *International Energy Agency* (DI&D).

### 2.3 As *utilities* energéticas e a inovação

Retomando o caso particular das *utilities* energéticas, como resultado da privatização que vem ocorrendo no sector, seria de esperar que as empresas incorressem em opções tecnológicas mais eficientes, mais lucrativas no curto prazo, com preços mais competitivos e com melhor qualidade de serviço, que em última análise lhes conferissem uma vantagem competitiva sobre a sua concorrência. No final, os processos de *unbundling* e consequente privatização estariam a estimular a inovação e a realização de actividades de I&D (Sirin, 2011). No entanto, a este sector está associada uma certa “inércia tecnológica”, uma vez que as infra-estruturas têm pesados custos de investimento e os equipamentos têm tempos de vida útil relativamente longos. Esta perspectiva traduz-se numa resistência à mudança e na adopção, habitualmente, de inovações incrementais que não perturbem o normal funcionamento de todo o sistema (Sirin, 2011). Tomando por exemplo as redes eléctricas europeias, a maioria está suportada em tecnologia que foi desenvolvida há mais de 30 anos e a necessidade de produzir



inovações tem, até agora, sido muito limitada (ENTSO-E, 2010), incorrendo-se raramente, no caso dos operadores de redes energéticas, numa lógica *market-pull*.

No entanto, aquilo que se tem vindo a confirmar, inclusive por evidência empírica, é que à parte destes últimos factores, a própria liberalização do sector tem contribuído de forma expressiva para um desinvestimento na realização de actividades de I&D.

Alessandro Sterlacchini é autor de dois estudos (2006 e 2010) que reforçam esta perspectiva. O primeiro estudo é de 2006, debruçando-se sobre as maiores *utilities* europeias (energéticas e de telecomunicações). O autor analisa um conjunto de sete das maiores empresas ligadas à produção de energia eléctrica na europa e conclui, que no período 2000-2005, a “intensidade de I&D”, ou seja, a despesa em I&D da empresa dividida pela sua receita<sup>9</sup>, decai de 1,1 para 0,7 %. Isto num ambiente de crescimento do volume de facturação.

No conjunto de todas as empresas analisadas, houve, naquele período, uma redução de 37% do investimento em I&D, enquanto o volume de facturação cresceu 7%.

O estudo do mesmo autor continua num outro artigo de 2010, confirmando a tendência do desinvestimento em I&D por parte das *utilities* energéticas e alargando agora o universo às maiores empresas mundiais do sector no período 2000-2007.

Alguns dos principais resultados desse estudo são apresentados na Tabela I, evidenciando-se, na totalidade das empresas, um decréscimo de cerca de 26% na despesa em I&D ao longo deste período. No tocante ao indicador de intensidade de I&D, verifica-se um decréscimo de 44%.

Estes números são elucidativos e mais importante do que tudo, é que se não houver uma mudança radical no comportamento das *utilities* eléctricas (e energéticas no geral), será impossível mobilizar os fundos dedicados a I&D necessários para garantir as novas formas de energia menos poluentes, mais baratas e seguras, que a sociedade necessita (Sterlacchini, 2010).

A missão das *utilities* nesta matéria é tanto mais importante quanto estas empresas poderão ter um papel de alavancagem sobre outras empresas do sector, designadamente sobre os fabricantes de equipamentos que as fornecem. A prová-lo, está o facto de a já referida redução de despesa em I&D, coincidente com a reorganização do sector, ser também observada nos próprios fabricantes de equipamentos (Jamasp, Pollitt, 2008).

---

<sup>9</sup> A Intensidade de I&D tem outras definições, como é o caso daquela seguida pela OCDE, que a define como o rácio entre a despesa em I&D e o Valor Acrescentado Bruto (VAB).

Tabela I – Despesa em I&D e Intensidade de I&D nas principais *utilities* energéticas.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Change 2000-01/ 2006-07
<b>Total companies</b>									
Sales	253510	278421	281275	289348	295253	311557	339826	358045	31.20
R&D expenditures	1794	1791	1583	1370	1354	1294	1285	1355	-26.36
R&D/Sales (%)	0.71	0.64	0.56	0.47	0.46	0.42	0.38	0.38	-44.00
<b>European companies</b>									
Sales	165070	188266	193313	205141	210336	224580	251692	264622	46.13
R&D expenditures	881	939	815	672	699	632	656	696	-25.72
R&D/Sales (%)	0.53	0.5	0.42	0.33	0.33	0.28	0.26	0.26	-49.29
<b>European private companies<sup>†</sup></b>									
Sales	127271	142764	137911	148301	151585	160345	178298	189688	36.27
R&D expenditures	441	455	331	240	214	161	186	213	-55.47
R&D/Sales (%)	0.35	0.32	0.24	0.16	0.14	0.10	0.10	0.11	-67.44
<b>Japanese companies</b>									
Sales	72446	72554	69748	68201	70348	71720	72497	76149	2.51
R&D expenditures	773	708	618	559	533	528	492	520	-31.61
R&D/Sales (%)	1.07	0.98	0.89	0.82	0.76	0.74	0.68	0.68	-33.29
<b>Private companies<sup>††</sup></b>									
Sales	199717	215318	207659	216502	221933	232065	250795	265837	24.48
R&D expenditures	1214	1163	949	799	747	689	678	733	-40.64
R&D/Sales (%)	0.61	0.54	0.46	0.37	0.34	0.30	0.27	0.28	-52.43
<b>Public companies<sup>†††</sup></b>									
Sales	53793	63103	73616	72846	73320	79492	89031	92208	55.04
R&D expenditures	580	628	634	571	607	605	607	622	1.74
R&D/Sales (%)	1.08	1.00	0.86	0.78	0.83	0.76	0.68	0.67	-34.58
<b>Private/Public companies R&amp;D</b>	2.09	1.85	1.50	1.40	1.23	1.14	1.12	1.18	

<sup>†</sup>= Enel, E.ON, RWE and Suez.

<sup>††</sup>= Enel, E.ON, RWE and Suez plus the Japanese companies.

<sup>†††</sup>= Electricité de France, Vattenfall and Hydro-Québec.

Fonte: Sterlacchini (2010)

## 2.4 O que diz a Comissão Europeia?

O assunto energia é prioritário para a Comissão Europeia, tendo os objectivos centrais da política energética ficado consignados no Tratado de Lisboa. Conforme já referido, a CE fomentou a liberalização do sector eléctrico como parte da solução, sobretudo no combate ao aumento do preço da energia. No entanto, os objectivos traçados são mais amplos e ambiciosos, como por exemplo, a redução entre 80 a 96% das emissões poluentes até 2050 (20% até 2020). Sabendo-se que actualmente, na Europa dos 27, cerca de um terço das emissões de gases com efeito de estufa tem como fonte as centrais eléctricas a carvão, *diesel* e gás natural (Comissão Europeia, 2010c), uma redução nesta escala exige um verdadeiro avanço tecnológico e não apenas a adopção das tecnologias existentes.

Nesta base, a estratégia da CE, segundo a sua comunicação “Energia 2020: Estratégia para uma energia competitiva, sustentável e segura” (2010), é alicerçada em cinco prioridades, entre as quais o alargamento da liderança da Europa no domínio das tecnologias energéticas e da inovação.

Reconhece, o mesmo documento, que “sem uma mudança tecnológica, a UE não conseguirá concretizar as suas ambições para 2050 de descarbonização dos sectores da electricidade e dos transportes” e também que “as novas tecnologias chegarão aos mercados mais rápida e economicamente se forem desenvolvidas com colaboração a nível da UE”.

De forma a responder a estas duas últimas necessidades, a Comissão havia elaborado, já em 2007, um Plano Estratégico para as Tecnologias Energéticas (SET). Este Plano reconhece, desde logo, aquilo que já foi evidenciado em números no capítulo 2.2, ou seja, que os orçamentos públicos e privados dedicados à investigação energética declinaram substancialmente depois da década de 1980. Adianta ainda que “a inovação vê-se confrontada com a resistência dos investimentos entrincheirados em infra-estruturas à base de carbono, os operadores dominantes, os preços máximos impostos, os quadros regulamentares em mudança e os desafios da ligação das redes”. No final, reconhecendo aqui que algumas das dificuldades sentidas resultam, em parte, das suas próprias políticas.

A redução de emissões poluentes faz-se à custa da substituição de uma parcela anteriormente ocupada por tecnologias convencionais (por exemplo as centrais eléctricas a ciclo combinado), por outras, porventura menos eficientes (como as eólicas e as fotovoltaicas), havendo por isso um preço a pagar por essa substituição. Desta forma, “os benefícios imediatos tendem a repercutir-se na sociedade, mais do que nos compradores”. Sobre este problema, o SET aponta a intervenção pública de apoio à inovação energética como necessária e justificada.

A propósito das redes europeias, tema central deste trabalho (através da análise aos respectivos operadores), a Comissão reconhece, no Plano SET, que é necessária uma mudança radical da infra-estrutura, assim como uma inovação organizacional, com vista a um sistema energético europeu interligado e sustentável. Estas alterações consubstanciarão “um dos investimentos mais importantes do século XXI”. No entanto, nada é avançado sobre o papel dos actores envolvidos, designadamente as grandes *utilities* e em particular os operadores das redes de transporte, a quem caberá realizar os almejados investimentos de reestruturação.

Outro dos aspectos apontados como primordiais no Plano SET é o da cooperação internacional, cujas acções no domínio da investigação e/ou da elaboração de normas internacionais são vistas como catalisadores do “desenvolvimento, comercialização, implementação e acesso globais a tecnologias de baixo teor de carbono”.

Mas então, no caso particular dos operadores de redes eléctricas, a quem caberá a coordenação internacional das actividades I&D?

## 2.5 Os TSO e os organismos internacionais

---

As *utilities* (e os TSOs serão um caso ainda mais sintomático) têm uma apetência particular e natural pela investigação em colaboração (MacLean, 1994). Esta atitude estará intimamente ligada com a raiz monopolista que estas empresas têm, assentando numa lógica de que todos terão a ganhar ao partilharem o seu conhecimento. O mesmo racional estará também na base da fraca propensão deste tipo de empresas para o registo de patentes (MacLean, 1994).

A nível europeu, para os operadores de redes de transporte, como é o caso, em Portugal, da REN, existe um organismo capaz de fomentar e organizar a colaboração entre os seus membros, a ENTSO-E<sup>10</sup>. Este organismo tem por membros todos os países da União Europeia (através dos seus TSOs) e outros cuja respectiva rede nacional de transporte de electricidade esteja interligada à dos países da EU, num total de 43 membros.

A ENTSO-E está mandatada pela Comissão Europeia para um conjunto de funções que incluem a missão de coordenar e harmonizar as práticas dos seus membros no que respeita aos planos de investigação:

*“ENTSO-E shall adopt common network operation tools to ensure coordination of network operation in normal and emergency conditions, including a common incidents classification scale, and research plans”*

In Regulation (EC) 714/2009, art 8.3 a (*Third Energy Package*)

Em Julho de 2011 foi publicado pela ENTSO-E um quadro regulatório<sup>11</sup> para actividades de I&D dos seus membros que, acima de tudo, identifica os pontos críticos que merecem medidas correctivas urgentes. Desde logo, é identificada a necessidade de definir uma meta para a despesa em I&D anual dos TSOs, definindo-se como razoável o valor de 1% da receita permitida<sup>12</sup>. Com base na análise de dados efectuada no capítulo 4, é traçada nesse mesmo capítulo uma perspectiva sobre o estado actual da prossecução deste objectivo.

Outro dos aspectos avançados é o facto de, salvo raras excepções, a remuneração definida pelo quadro regulatório a que os TSOs estão sujeitos não prever qualquer tipo de componente destinada a recuperar os custos de actividades de I&D. A maioria dos benefícios das actividades

---

<sup>10</sup> *European Network of Transmission System Operators – Electricity.*

<sup>11</sup> *TSO R&D Regulatory Framework in ENTSO-E Countries.*

<sup>12</sup> Receita permitida pelo respectivo regulador.

de I&D levadas a cabo por estas empresas não resulta em proveitos da própria empresa mas antes dos consumidores de electricidade ou, se quisermos, da população em geral.

Por este motivo, a ENTSO-E não tem dúvidas em afirmar que esses custos deviam ser imputados às tarifas e complementados com financiamento público, indicando que a *Agency for the Cooperation of European Regulators* (ACER) poderá ter um papel importante nesta matéria, promovendo mecanismos de regulação pan-europeus que contribuam para o alinhamento dos quadros regulatórios dos vários países.

Outro dos aspectos importantes, avançado no já referido quadro regulatório da ENTSO-E, é a necessidade de coordenação, a nível europeu, dos projectos de I&D. Esta coordenação permitirá uma “redução de custos drástica”, por exemplo, ao evitar a redundância de projectos de investigação em mais do que uma empresa (ou país).

Daí que, em cumprimento da legislação comunitária, a ENTSO-E publicou em 2010 o seu primeiro *R&D Plan*, entretanto actualizado na edição de 2011. Para a elaboração deste plano são inclusivamente chamados à participação outros *stakeholders*, como é o caso das empresas dos sectores da produção de energia e da distribuição. A edição de 2011 avança com o diagrama qualitativo da Figura 4, que ilustra o esforço adicional que é necessário os TSOs empregarem em actividades de I&D (onde deve ser incluída também a componente de demonstração) para a prossecução de alguns dos ambiciosos objectivos que já foram descritos.

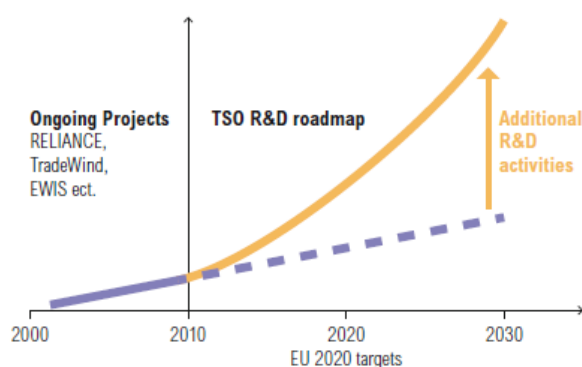


Figura 4 – Necessidades de I&D em TSOs no futuro.

Fonte: ENTSO-E Research and Development Plan

O R&D Plan alerta também para a necessidade de criar condições para a envolvimento de outros *players* na actividade de I&D, como por exemplo os fabricantes de equipamentos e as entidades académicas.

O mesmo documento propõe cinco *clusters* para projectos de I&D, ou seja, as seguintes cinco áreas fundamentais para afectação de recursos de I&D:

1. Arquitectura de redes pan-europeias;
2. Tecnologia de potência para redes pan-europeias mais flexíveis, monitorizáveis e controláveis;
3. Controlo e gestão de redes;
4. Regras de mercado;
5. Actividades de I&D conjuntas entre TSOs e operadores de redes de distribuição.

Outro dos organismos que pode ter um papel importante nesta integração e no envolvimento dos diversos *stakeholders* é a *European Electricity Grid Initiative* (EEGI), que foi criada ao abrigo do já mencionado Plano SET e que introduz um plano europeu de investigação, desenvolvimento e demonstração para 9 anos. Este plano, fortemente centrado no desenvolvimento de *Smart Grids*<sup>13</sup>, envolve todos os actores implicados, não só os operadores de redes de energia, como também os fabricantes de equipamentos, essenciais para suportar o desenvolvimento tecnológico pretendido nas próprias redes.

A ENTSO-E faz parte desta iniciativa no tocante ao envolvimento dos TSOs e coube-lhe a elaboração do *Roadmap* para o período 2010-2018, bem como o *Detailed Implementation Plan* para o período 2010-2012.

Uma das importantes lições retiradas é a de que o programa de Investigação, Desenvolvimento e Demonstração (ID&D) proposto foca-se na “inovação do sistema” e não na “inovação tecnológica”. Esta abordagem ajuda a enquadrar os TSO no âmbito do processo de inovação. Ainda assim, os TSO terão também um papel de particular relevo na integração de novas tecnologias (produzidas por terceiros<sup>14</sup>) e na monitorização e validação dos resultados através delas obtidos, sendo esta a componente de “demonstração”.

---

<sup>13</sup> Conceito de rede inteligente, suportada em novas tecnologias. Estas redes garantirão um sistema global mais fiável e mais eficiente, não só no próprio consumo, mas também, por exemplo, na incorporação da produção com origem em fontes renováveis e/ou descentralizada.

<sup>14</sup> Tipicamente os fabricantes de equipamentos.

## 2.6 The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard

Para o objectivo final deste trabalho, que é caracterizar os operadores de redes de transporte de energia eléctrica no que respeita ao seu envolvimento em actividades de I&D, é necessário saber posicioná-los face aos restantes sectores da indústria.

Uma vez que o universo retratado neste estudo é constituído por empresas europeias, afigura-se interessante a análise ao *“The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard”*, um estudo anual<sup>15</sup> levado a cabo pela Comissão Europeia. Na última edição (2011), são identificadas as 1000 empresas europeias que mais investem em I&D, as quais são ainda segmentadas por sector de actividade e por região geográfica.

Além da despesa em I&D, é analisada a *“Intensidade de I&D”* (II&D) que é definida como o rácio entre a despesa em I&D e o Volume de Facturação<sup>16</sup>, metodologia idêntica à utilizada nos já citados artigos de Sterlachinni (2006 e 2011). Através deste indicador são definidos quatro graus de intensidade onde se situam as empresas, conforme transcrito na Tabela II.

Esta caracterização, segundo graus de intensidade, servirá de base para qualificar os TSOs em termos de intensidade na realização de actividades de I&D quando comparados com outros sectores.

Tabela II – Caracterização de Intensidade em I&D.

Grau de intensidade	DI&D/Volume de Facturação	Sectores
Sectores de “Intensidade em I&D Alta”	>5%	Farmacêutico, Biotecnologia, Semicondutores, Computadores, Software, etc
Sectores de “Intensidade de I&D Média-Alta”	>2 % <5 %	Electrónica e Equipamento Eléctrico, Automóvel, Aeroespacial e Defesa, Indústria Química, etc
Sectores de “Intensidade de I&D Média-Baixa”	>1% <2%	Produtos Alimentares, Turismo, Sector Eléctrico, Equipamento Petrolífero, etc
Sectores de “Intensidade de I&D Baixa”	<1%	Produção de combustíveis, Indústria Metalomecânica, Indústria de Construção, Transportes, Mineira, Multi-Utilities, etc

Fonte: *The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard* (adaptado).

<sup>15</sup> Publicado desde 2004.

<sup>16</sup> Ou “Volume de Vendas”. Em inglês, nos relatórios anuais das empresas, tipicamente são utilizadas expressões como “Sales”, “Net Sales” ou “Revenue”.

### 3. Metodologia e objecto de estudo

---

#### 3.1 Indicadores

---

O primeiro indicador escolhido para a análise é a despesa anual em I&D (DI&D). Este indicador permitirá aferir se, no caso dos TSOs, houve ou não um desinvestimento em actividades de I&D durante a primeira década do séc. XXI, conforme se verificou para algumas das maiores *utilities* energéticas mundiais.

O segundo indicador escolhido é a Intensidade de I&D (II&D), definida neste trabalho como o rácio entre a despesa anual da empresa em actividades de I&D e os proveitos da empresa obtidos no mesmo período. A análise deste indicador permitirá comparar as empresas em estudo, não só com outras *utilities* energéticas mas também com os demais sectores da indústria. Conforme já referido, a Intensidade de I&D tem outras abordagens, como é o caso da utilizada pela OCDE, que a define como o rácio entre a despesa em I&D e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da empresa. No entanto, justifica-se a escolha com a possibilidade de comparar os resultados obtidos com os de outros estudos já mencionados, os quais seguiram esta metodologia.

O terceiro indicador analisado é o rácio entre a despesa em I&D e o número de trabalhadores da empresa (I&D/RH). Tipicamente, a I&D realizada em TSOs não resulta do trabalho desenvolvido num departamento de I&D específico. Na realidade, podemos mesmo dizer que toda a força de engenharia da empresa pode potencialmente colaborar em projectos de I&D. Acrescente-se ainda o facto de estas empresas terem normalmente um rácio de “Nº Engenheiros / Nº de não Engenheiros” bastante superior à unidade, o que de certa forma reforça o interesse em observar um indicador deste tipo. No limite, se todos os colaboradores da empresa fossem potenciais investigadores, estaríamos a avaliar o orçamento disponível para I&D por investigador.

Um indicador habitualmente utilizado para medir a capacidade de inovação das empresas é o número de patentes por elas registadas. No entanto, neste estudo, tal indicador não se afigurou particularmente interessante, uma vez que, conforme abordado no capítulo 2.5, há uma fraca propensão deste tipo de empresas para a utilização de patentes. Esta realidade foi comprovada com uma consulta ao *site* do European Patent Office (EPO), cuja pesquisa sobre as





empresas enumeradas nos capítulos seguintes apenas devolveu resultados para uma delas, a Red Eléctrica de España (REE).

### 3.2 Objecto de estudo

Os dados foram recolhidos para o período 2000-2011, para o seguinte conjunto de empresas, todas elas operadoras da rede de transporte (electricidade ou electricidade e gás natural) dos respectivos países:

Tabela III – Empresas alvo do estudo (TSOs).

Empresa	País	Controlo	Nº Colaboradores (2010)
REN - Redes Energéticas Nacionais, SA	Portugal	Privado	728
REE – Red Eléctrica de España, SAL	Espanha	Público	1695
National Grid Electricity Transmission, PLC	Reino Unido	Privado	3173
Energinet.dk	Dinamarca	Público	544
Tennet B.V.	Holanda	Público	1879
Terna S.p.A.	Itália	Público	3468
Svenska Kraftnät	Suécia	Público	344

Para efeitos de caracterização do controlo da empresa, consideraram-se sob controlo público as empresas cujo maior accionista é o respectivo estado, através de *holdings*, de outras empresas públicas, etc. Assim, todos TSOs enumerados estão sob controlo do respectivo estado, com excepção da National Grid e da REN. No entanto, o Estado Português só deixou de ser o maior accionista da REN já em 2012, o que significa que, para o período em análise, a REN deve ser considerada, na realidade, uma empresa pública.

Alargou-se o estudo a outras *utilities* energéticas europeias, cuja actividade inclui necessariamente o sector da produção de energia eléctrica. Considera-se que as empresas escolhidas, e apresentadas na Tabela IV, são altamente representativas do sector, face aos volumes de negócios que apresentam. Também neste conjunto de empresas foi utilizado o mesmo princípio quanto à caracterização do seu controlo: público ou privado.

Tabela IV – Empresas alvo do estudo (outras *utilities*).

Empresa	País	Controlo	Nº Colaboradores (2010)
EDP – Energias de Portugal, SA (Portugal)	Portugal	Privado	12096
EDF – Electricité de France	França	Público	158842
ENEL S.p.A.	Itália	Público	78313
RWE AG	Alemanha	Privado	70856
Vattenfall	Suécia	Público	38179

Por fim, analisam-se também alguns dos projectos de I&D em que alguns dos TSO deste estudo estiveram envolvidos, de modo a traçar um perfil sobre as áreas de incidência e as principais motivações para a realização de actividades de investigação e desenvolvimento.

Refira-se que os dados (listados no Anexo 1) foram obtidos quer por contacto directo com as empresas em causa (REE), quer através da análise dos seus relatórios anuais de demonstração de resultados e de sustentabilidade (no caso das restantes empresas que não responderam aos contactos directos). Estes relatórios, na maioria dos casos, incluem além de indicadores económicos convencionais, a despesa em I&D da empresa no ano do exercício, bem como o seu número de colaboradores.

#### 4. Análise de dados

Conforme já referido, o “*The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*” (2011) serve de *framework* ao presente estudo, permitindo uma segmentação mais concisa das empresas objecto de estudo no que respeita à sua intensidade na realização de actividades de I&D. Apresentam-se no Anexo 2 os dados deste *Scoreboard* a respeito da intensidade de I&D, por sector de actividade.

Dos sectores apresentados, há dois que interessam particularmente para o presente trabalho: “*Gas, Water and Multiutilities*” e “*Electricity*”. Nestes dois sectores estão incluídas (além de muitas outras) as seguintes empresas alvo do presente estudo: National Grid, RWE, EDF, Vattenfall, ENEL, Terna, EDP e REE.

Ambos os sectores aqui destacados estão enquadrados no segmento de empresas com “Intensidade de I&D Baixa”, fruto dos seus valores de I&D: 0,24% e 0,57% respectivamente.

Convém ainda destacar outros dois sectores que estão intimamente ligados ao sector eléctrico: “*Alternative energy*” e “*Electrical components & equipment*”. Neste caso, trata-se de empresas fabricantes de equipamentos, como por exemplo as dinamarquesas Vestas

(geradores eólicos) e NKT (cabos eléctricos), sendo que ambos os sectores estão inseridos no grupo da “Intensidade de I&D Média-Alta” (II&D=4,2% e 4,62% respectivamente).

Nos capítulos seguintes são analisados os dados recolhidos para as empresas alvo do estudo.

#### 4.1 Indicador 1 – DI&D

O primeiro indicador que interessa analisar é a despesa em I&D. Neste particular, a análise à Figura 5 permite perceber que no universo de TSOs alvo de estudo não se verificou um desinvestimento em I&D ao longo da primeira década deste século. Na realidade, nenhuma das empresas observadas apresenta uma despesa em I&D no último ano das respectivas observações menor do que no primeiro ano. Há inclusivamente aumentos assinaláveis nesta despesa, como por exemplo os casos da REE e da Terna, cuja despesa em I&D aumentou mais de seis vezes.

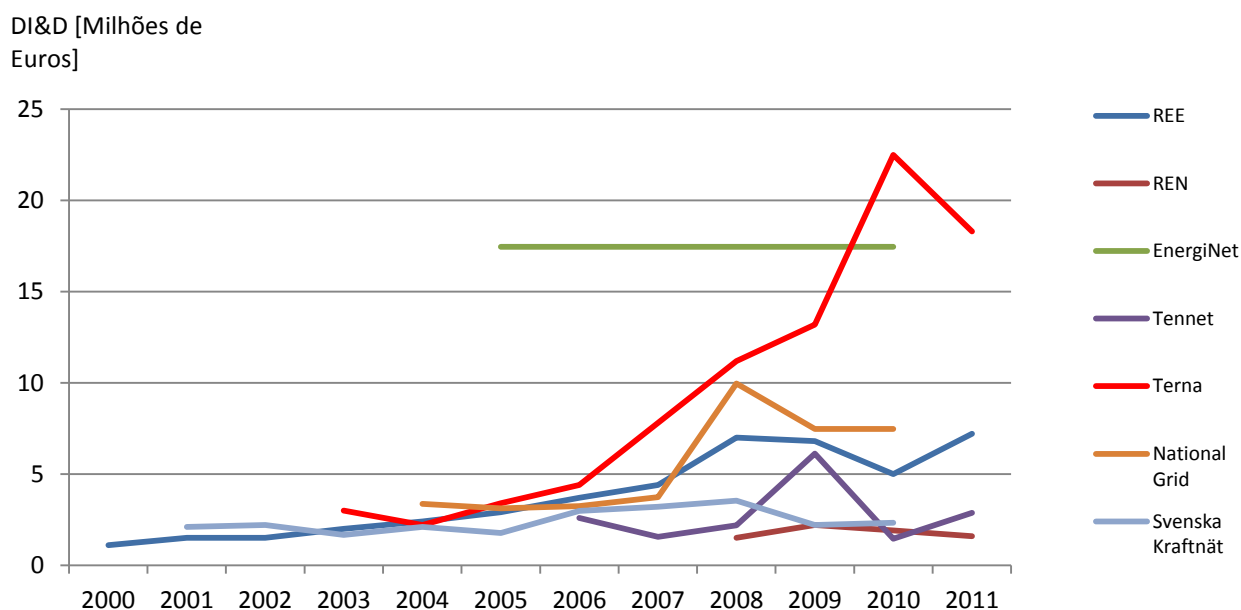


Figura 5 – Despesa anual em I&D em TSOs [2000-2011].

Olhemos então para o sector das *utilities* ligadas à produção de energia, cuja evolução da despesa em I&D no mesmo período temporal está representada na Figura 6.

É interessante perceber que também neste conjunto de empresas, se tivermos em consideração apenas o primeiro e o último ano de observação, a tendência é de crescimento da

despesa em I&D<sup>17</sup>. Verifica-se, por exemplo, que a despesa em I&D da Sueca *Vattenfall*<sup>18</sup> quase duplicou, quando se comparam os anos de 2000 e de 2011.

Porém, estas conclusões contrariam a bibliografia já referenciada sobre o tema, designadamente os estudos elaborados por Sterlacchini (2006 e 2010). Por isso, é importante notar que houve efectivamente um decréscimo no investimento em I&D levado a cabo por estas empresas ao longo da primeira década do século XXI, mas essa tendência parece ter-se invertido, superando, na maioria dos casos, os níveis de investimento verificados por volta do ano 2000. O ponto de inflexão situar-se-á por volta de 2006/2007, o que explica as conclusões dos já citados estudos, cujo período analisado termina precisamente em 2007.

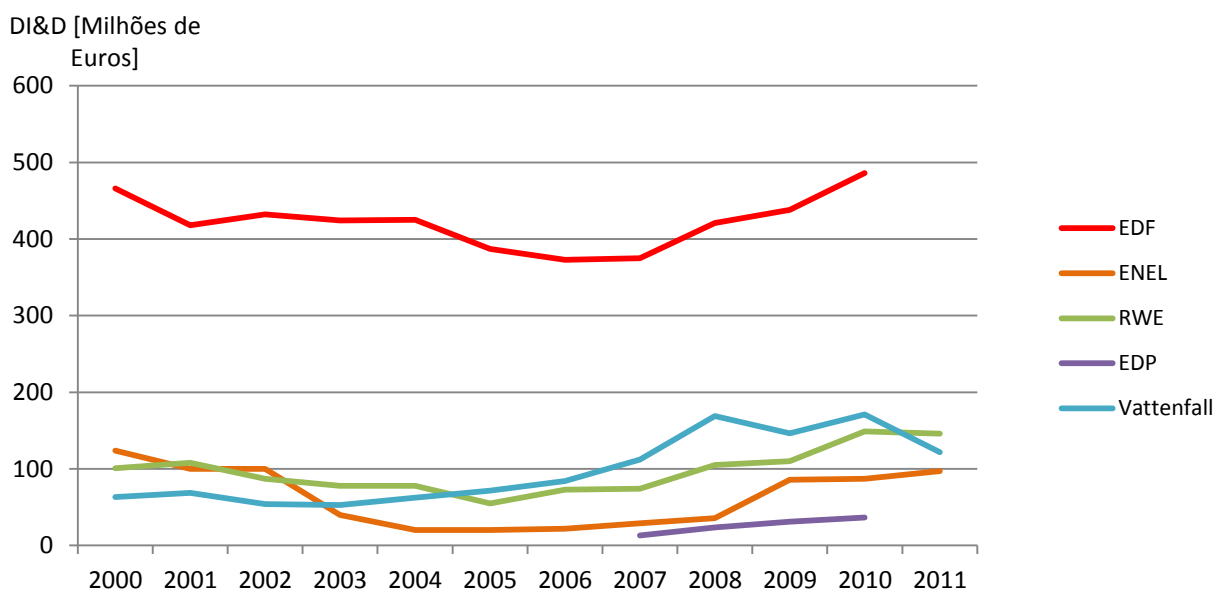


Figura 6 – Despesa em I&D noutras *utilities* eléctricas [2000-2011].

Conforme já discriminado, de todas as 12 empresas aqui analisadas, há 8 que constam da tabela do “*The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*”, ou seja, estão entre as 1000 empresas europeias que mais investiram em I&D em 2010. Inexplicavelmente, a dinamarquesa EnergiNet não aparece neste *Scoreboard*, sendo que o seu orçamento de I&D em 2010 corresponderia à 542ª posição deste *ranking*.

<sup>17</sup> Com excepção da ENEL cuja despesa em I&D decresceu cerca de 21,8% quando comparamos os anos de 2000 e de 2011.

<sup>18</sup> Exclui-se o crescimento evidenciado pela EDP no período 2007-2010 (174,5%), face às poucas observações disponíveis para esta empresa.

## 4.2 Indicador 2 – II&D

Na Figura 7 apresenta-se a evolução do segundo indicador definido, ou seja, o rácio entre a despesa em I&D e os proveitos anuais de cada uma das empresas analisadas. A primeira leitura é de que estas empresas apresentam uma fraca intensidade de I&D, sendo que a II&D média anual<sup>19</sup> tem um valor mínimo de 0,22% (2004) e um valor máximo de 0,61% (2008). Há apenas 3 empresas que passam a fasquia de 1%, a Tennet (Holanda), em 2009, a Terna (Itália), em 2010 e 2011, e a EnergiNet (Dinamarca) que no período de dados disponível (2005 a 2010) apresenta valores sempre acima de 1,31%.

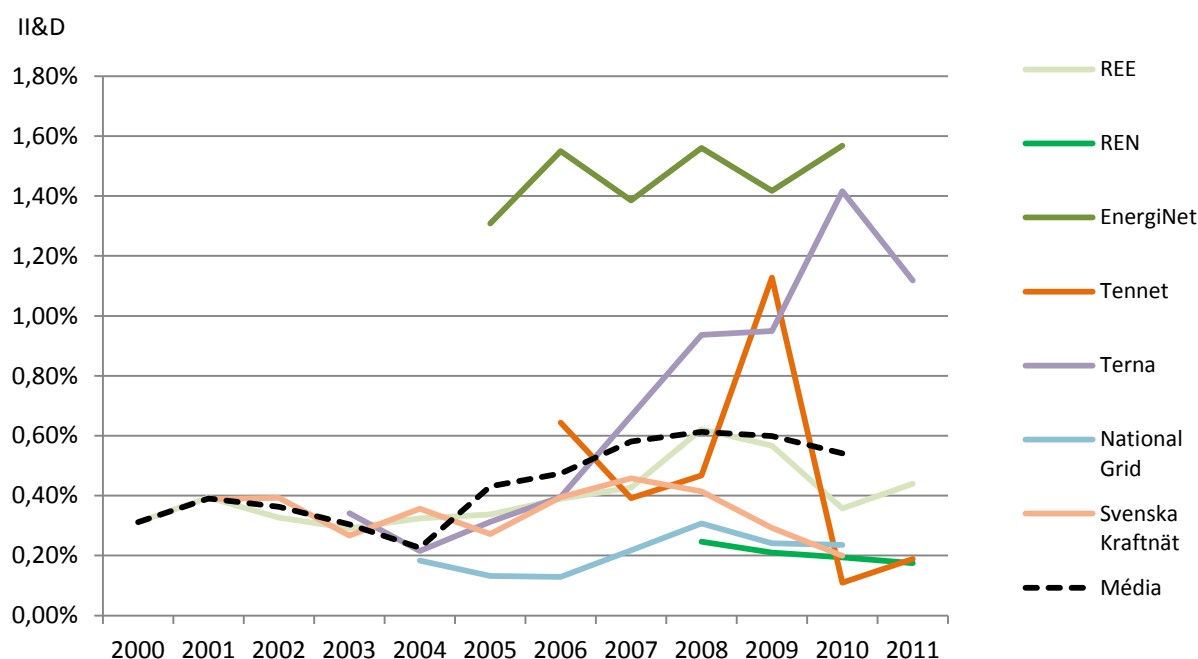


Figura 7 –Intensidade de I&D em TSOs [2000-2011].

Contrariando os estudos apresentados nos capítulos anteriores, este indicador não apresenta uma tendência decrescente na última década. Com efeito, a maioria das empresas analisadas apresenta até sinais de crescimento na intensidade de I&D, sobretudo se considerarmos o primeiro e o último valor medidos. Excepções são a REN (Portugal), a Svenska Kraftnät (Suécia) e a Tennet (Holanda). Embora esta última tenha uma queda abrupta no ano de 2009 que traduz a aquisição de activos de rede de transporte na Alemanha, os quais contribuíram decisivamente para o volume de facturação (tendo mantido o nível de despesa em I&D). No caso da REN (Portugal), o crescimento observado nos proveitos obtidos nos últimos anos não foi acompanhado por uma aposta em actividades de I&D, mantendo-se um

<sup>19</sup> Trata-se da II&D média, ou seja, a soma das despesas em I&D dividida pela soma dos proveitos anuais.

valor entre 1,5 e 2,2 milhões de Euros ao longo do período apresentado. A empresa que mais fez crescer a sua intensidade em actividades de I&D foi a Terna (Itália) que passou de 0,34% (2003) para 1,12% (2011). Este crescimento ilustra a passagem de uma afectação a actividades de I&D de 3 milhões de euros, em 2003, para 18,3 milhões de euros em 2011 (em 2010 atingiu mesmo os 22,5 m€).

Por fim, a EnergiNet (Dinamarca) constitui um caso singular, uma vez que o orçamento desta empresa para actividades de I&D é fixo (cerca de 17,5 milhões de Euros/ano). Por um lado a empresa tem um orçamento de I&D que não está sujeito a flutuações impostas pela sua própria performance económica, por outro lado esse orçamento tem um valor considerável, sendo que à luz dos dados analisados, só foi superado por uma vez por uma das suas congéneres (a Terna, em 2010 despendeu 22,5m€). Este factor, associado à dimensão da empresa, contribuem para que este indicador fique longe das suas congéneres.

Vejamos agora o caso das outras *utilities* eléctricas em análise, cuja evolução da intensidade de I&D é representada na Figura 8. Neste caso, torna-se evidente o decréscimo sentido na intensidade de I&D ao longo da década em análise e apesar do investimento em I&D ter recuperado o decréscimo anteriormente evidenciado, o mesmo não se verifica na intensidade de I&D. Isto porque as empresas analisadas tiveram uma evolução favorável dos seus volumes de negócios, o que teria de ser acompanhado por um aumento mais significativo dos respectivos investimentos em I&D.

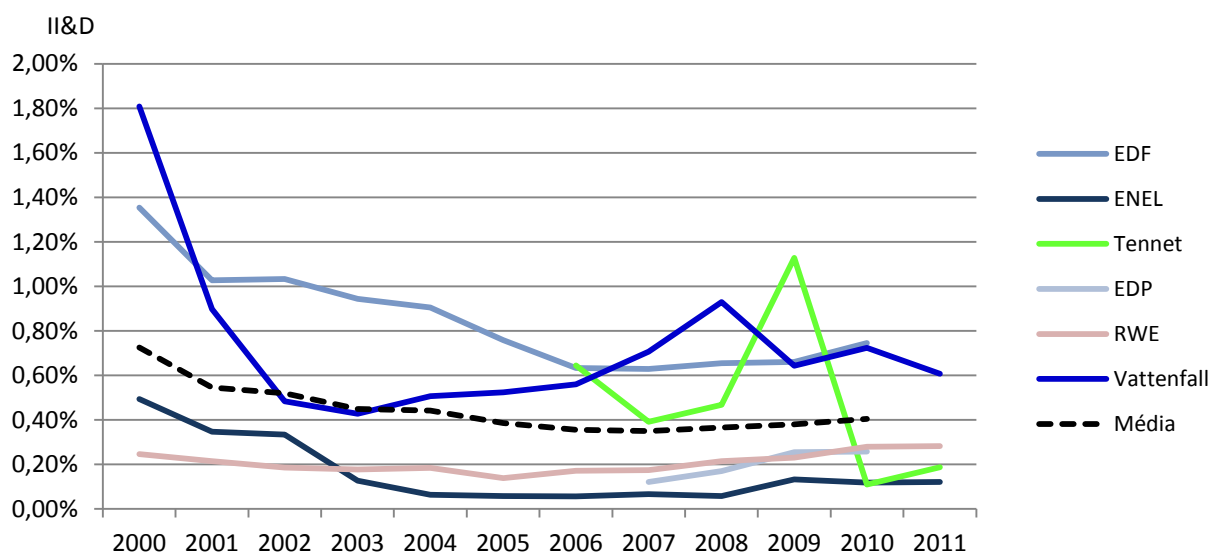


Figura 8 - Intensidade de I&D noutras *utilities* eléctricas [2000-2011].

Retomemos agora o objectivo traçado pela ENTSO-E no seu “*TSO R&D Regulatory Framework in ENTSO-E Countries*”, ou seja, que o orçamento anual de I&D dos TSOs atinja 1% das respectivas receitas permitidas. Consideremos o valor médio da intensidade de I&D dos TSOs, que evolui no período 2000-2011 entre os 0,2 e os 0,6%, sensivelmente. Se considerarmos que as receitas anuais de um TSO decorrem, quase exclusivamente, da sua actividade regulada, então, a receita anual tenderá a ser inferior à receita permitida, ou, no limite, será igual à receita permitida.

Assim, como simplificação, o indicador definido neste estudo como intensidade de I&D será também um bom indicador para aferir o objectivo traçado pela ENTSO-E, constituindo uma aproximação benevolente. Na realidade estaremos ainda longe de o atingir, havendo, como já vimos, poucos casos de valores acima de 1% ao longo da última década. Para o caso dos TSOs analisados, seria mesmo necessário que a média da intensidade de I&D (pelo menos) duplicasse. Porém, haverá excepções a este raciocínio.

Tomemos o caso particular da portuguesa REN, cuja receita permitida anual é divulgada em documentos públicos da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE). Neste caso, a receita permitida anual é inferior ao valor de receita anual da empresa (utilizado para o cálculo da intensidade de I&D). Isto, porque os valores disponíveis para a REN, incluem os negócios da electricidade e do gás natural, à semelhança do que acontece também com a EnergiNet (Dinamarca)<sup>20</sup>. Assim, a receita permitida da electricidade é inferior à receita anual da empresa que congrega a sua actividade regulada (e não só) nos sectores da electricidade e do gás natural. Convém também notar que os dados de despesa em I&D não estão disponíveis de forma separada para projectos do sector eléctrico e do gás natural. Ainda assim, para efeitos de análise, consideremos que, no limite, o orçamento anual de I&D é totalmente alocado aos projectos do sector eléctrico.

Apresenta-se na Tabela V a evolução da despesa em I&D, da receita permitida da actividade regulada do sector eléctrico e o respectivo rácio. Inclui-se ainda a evolução da intensidade de I&D para o mesmo período por forma a comparar os dois indicadores.

---

<sup>20</sup> A National Grid também opera nos negócios da electricidade e de gás natural, mas os valores apresentados cingem-se à componente de electricidade, quer em termos de proveitos anuais, quer de despesa em I&D.

Tabela V – Despesa anual em I&amp;D e Receita Permitida na REN [2008-2011]

	2008	2009	2010	2011
<b>Despesa anual em I&amp;D</b> [Milhões de Euros]	1,5	2,2	1,9	1,6
<b>Receita Permitida</b> [Milhões de Euros]	502,07	605,877	555,513	544,682
<b>DI&amp;D/Receita Permitida</b> <sup>21</sup>	0,30%	0,36%	0,34%	0,29%
<b>DI&amp;D/Receita (II&amp;D)</b>	0,25%	0,21%	0,19%	0,17%

Fontes dos dados: Despesa anual em I&D e Receita: REN; Receita Permitida: ERSE

Pelas razões já explicadas, no caso da REN, o indicador sugerido pela ENTSO-E apresenta valores mais favoráveis do que o indicador da intensidade de I&D, ao contrário do que acontecerá, em princípio, nas restantes empresas alvo de estudo. Repare-se que o objectivo da ENTSO-E está longe de ser atingido, não esquecendo o facto que os valores reais serão ainda mais baixos, uma vez que à despesa anual em I&D considerada está acrescida a verba afecta aos projectos do sector do gás natural. Torna-se interessante o exercício de perceber quão maior teria de ser a despesa anual em I&D para satisfazer tal meta. Se considerarmos o ano de 2011, para atingir 1% da Receita Permitida, a REN teria tido que apresentar uma despesa anual em I&D na ordem dos 5,45 milhões de euros, apenas para projectos do sector eléctrico, ou seja, cerca de 3,4 vezes o que efectivamente foi gasto para a totalidade dos projectos - dos sectores eléctrico e do gás natural (1,6 m€). De notar, que mesmo com esse orçamento, de todos os TSOs analisados, a REN apenas ficaria com mais despesa em I&D em 2011 do que a Tennet e provavelmente a Svenska Kraftnät (sobre a qual não há informação da despesa em 2011).

#### 4.3 Indicador 3 – DI&D / RH

No caso do terceiro indicador, as empresas em análise apresentam valores tipicamente abaixo dos 5.000 € de orçamento em I&D por trabalhador (ver Figura 9). Salvaguardam-se duas excepções, a Sueca Svenska Kraftnät e a Dinamarquesa EnergiNet. A primeira, apesar de um orçamento anual de I&D modesto, apresenta uma estrutura relativamente pequena (só em 2009 passou os 300 trabalhadores), o que explica os valores acima da média neste indicador.

<sup>21</sup> Trata-se do somatório entre os valores de receita permitida para as actividades de: 1) Operação da RNT; e 2) Gestão do Sistema.





No caso da EnergiNet, além de uma estrutura também relativamente pequena (em 2009 passou os 500 trabalhadores), como já vimos, a empresa tem também um orçamento anual para I&D superior ao das suas congéneres, o que explica este rácio favorável e muito destacado das demais empresas estudadas.

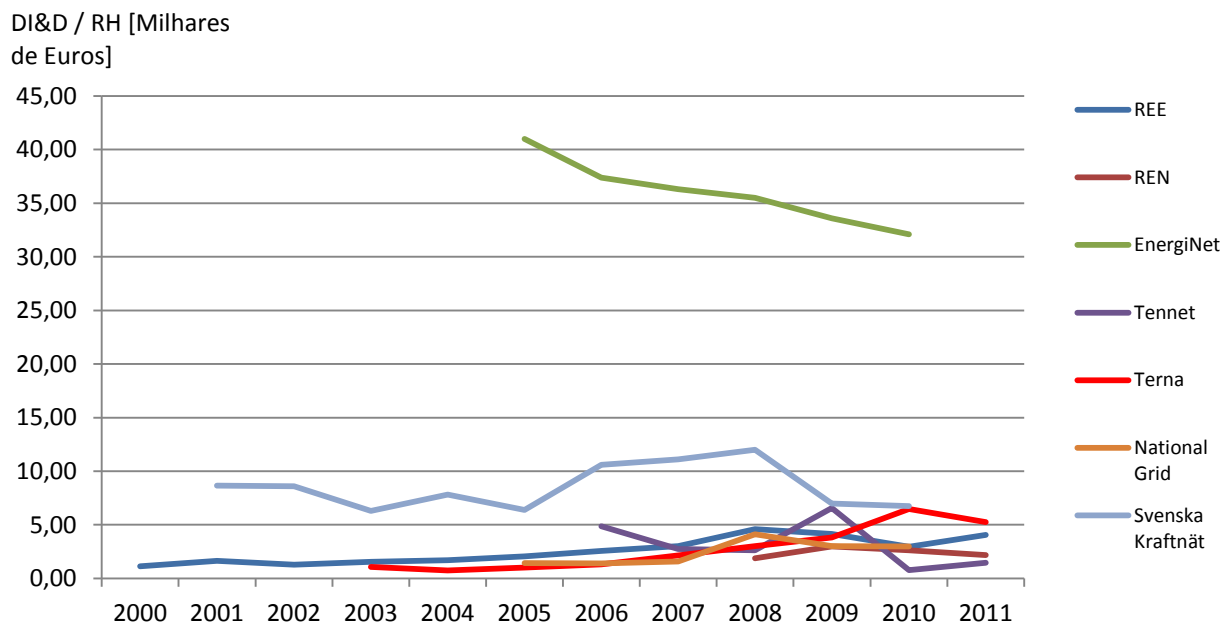


Figura 9 – DI&D/RH em TSOs [2000-2011].

Voltando às restantes *utilities* eléctricas em estudo, conforme se percebe da Figura 10, este indicador coloca-as num patamar muito semelhante aos TSOs analisados anteriormente, ou seja, tipicamente abaixo dos 5000 euros por trabalhador.

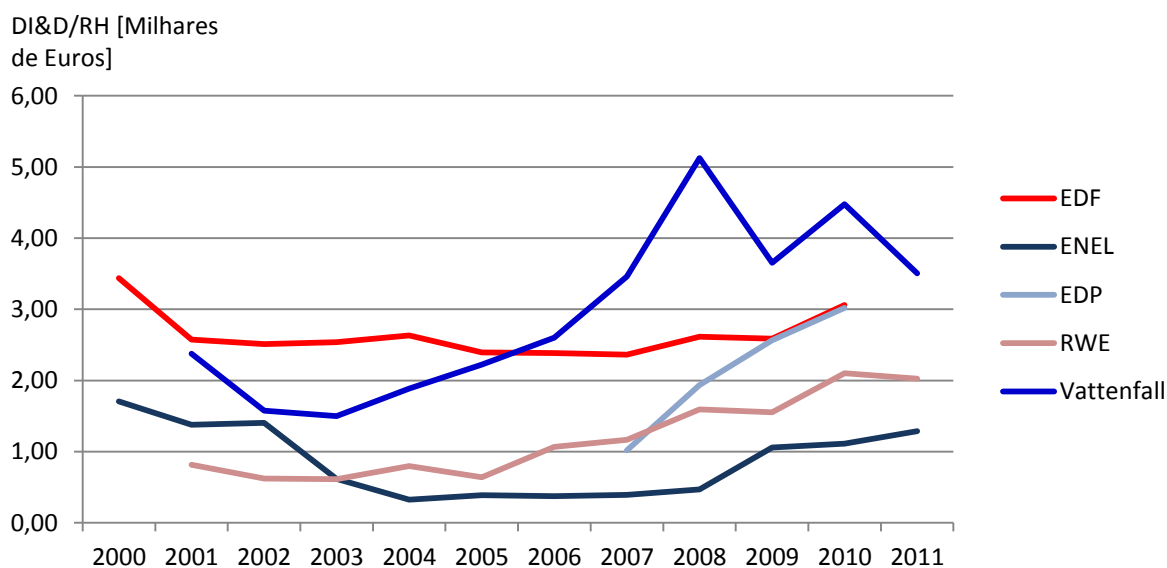


Figura 10 – DI&D/RH noutras *utilities* eléctricas [2000-2011].

Também estes valores, tendo por comparação o “*The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*”, são característicos de empresas com baixa intensidade de I&D. Conforme se observa na tabela do Anexo 2, nos sectores de Intensidade de I&D baixa, dificilmente se observam valores de despesa em I&D acima de 5000 euros por colaborador. Esta relação entre intensidade de I&D e despesa em I&D por colaborador, apesar de não ser linear, apresenta alguma proporcionalidade. Justifica-se essa relação com o facto de, na realidade, estarmos a analisar a relação entre o volume de facturação da empresa e o seu número de colaboradores.

#### 4.4 Análise integrada dos indicadores

Em suma, os TSOs apresentam-se com orçamentos de I&D relativamente baixos, sobretudo quando comparados a outras *utilities* eléctricas aqui retratadas. No entanto, convém referir que quando analisamos os dados numa perspectiva de intensidade de I&D, a comparação entre estes dois sectores é bastante equilibrada, sendo que ambos são enquadrados no grupo da baixa intensidade de I&D.

Na Figura 11 é apresentada a evolução da II&D média<sup>22</sup> nos dois grupos de empresas estudados, evidenciando-se que no ano de 2005 o conjunto de TSOs alvo de análise passou a apresentar uma intensidade de I&D média superior à do conjunto das outras *utilities*.

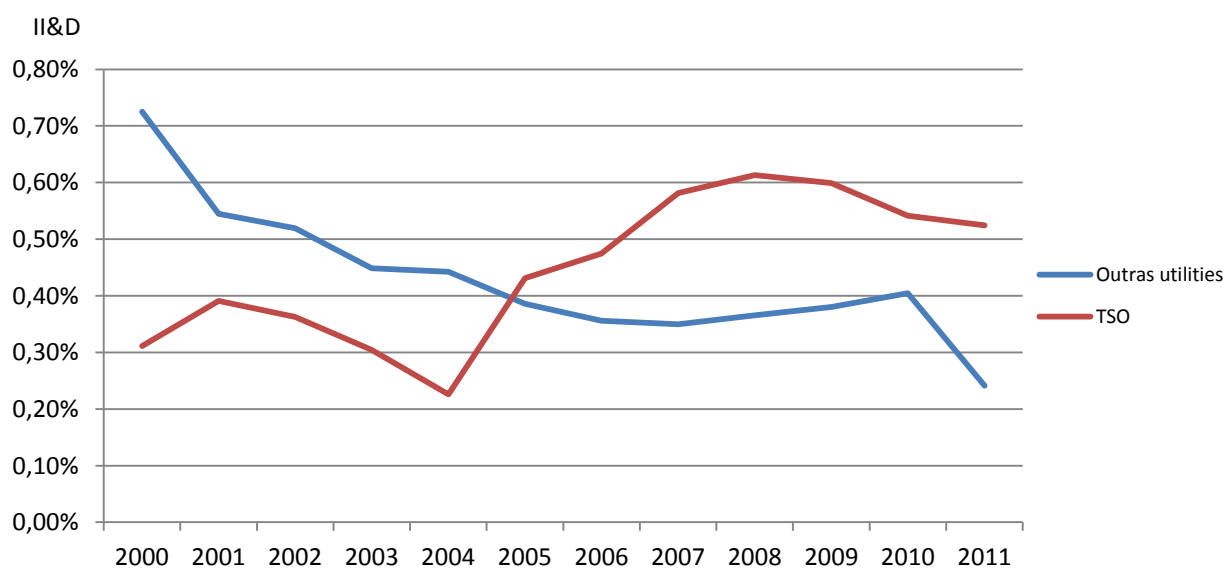


Figura 11 – Evolução da II&D média nos dois grupos estudados [2000-2010].

<sup>22</sup> Trata-se da II&D média, ou seja, a soma das despesas em I&D dividida pela soma dos proveitos anuais.

No que diz respeito ao orçamento de I&D por colaborador, conforme evidencia a Figura 12, no período 2000-2011, o grupo dos TSOs apresentou sempre um valor médio superior, com excepção do ano 2000. A diferença entre os dois grupos apresenta, porventura, alguma tendência de crescimento ao longo da década retratada.

Este facto será provavelmente explicado pelas diferenças no tipo de estrutura destes dois grupos de empresas. No caso dos TSOs, conforme já referido, há uma alta percentagem de engenharia enquadrada numa estrutura relativamente “leve”. Já as outras *utilities* são constituídas por estruturas muito mais pesadas (da ordem das dezenas de milhares de trabalhadores). Acresce que, neste segundo grupo, não existirá um rácio de “engenharia”/“não engenharia” tão elevado. O mesmo será dizer que em termos líquidos, a distribuição do orçamento para I&D pelos potenciais investigadores poderá até ser mais favorável. Para dissipar estas dúvidas seria interessante analisar um indicador de orçamento de I&D por investigador (ou por potencial investigador). No entanto, sobretudo para os TSOs, é impossível obter tal informação.

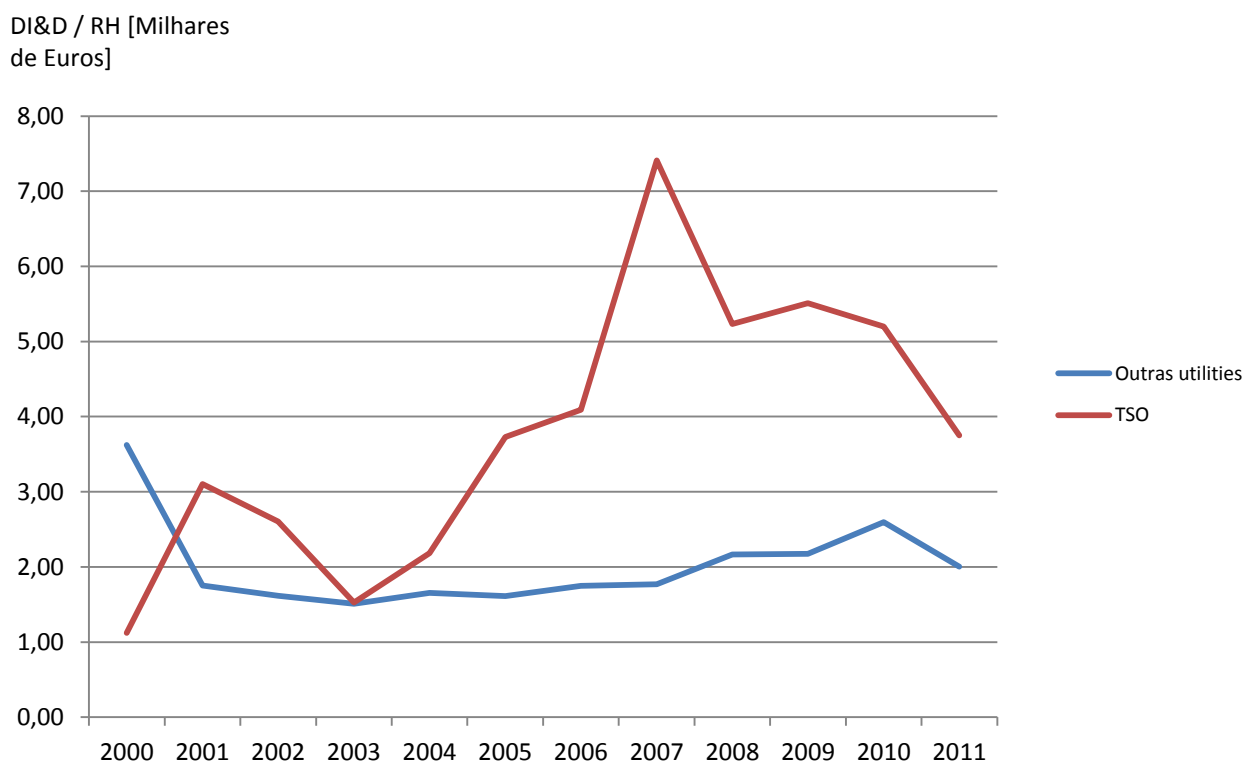


Figura 12 – Evolução da I&D/RH média nos dois grupos estudados [2000-2010].



Uma outra forma de apresentar os dados recolhidos e que evidencia alguma harmonia em todas as empresas analisadas, é a da Figura 13. Os dados apresentados referem-se ao ano de 2010, uma vez que em 2011 não há registos disponíveis para todas as empresas.

Podemos concluir que a maioria das empresas tem um perfil semelhante. Na órbita do núcleo central de empresas estão outras três, ou porque o orçamento de I&D por trabalhador é superior (Svenska Kraftnät), ou porque a intensidade de I&D é superior (EDF e Vattenfall). Mas de todo o conjunto, destacam-se sobretudo duas: a Terna e a EnergiNet. Sendo de relevar, no caso da EnergiNet, o facto de acumular diferenças significativas face aos pares, quer na intensidade de I&D, quer no orçamento de I&D por colaborador. Sobre este segundo indicador, refira-se que a Terna despense boa parte do seu orçamento de I&D contratando serviços a uma empresa do grupo, o que pode significar que o orçamento por investigador é até superior, por exemplo, ao da EnergiNet.

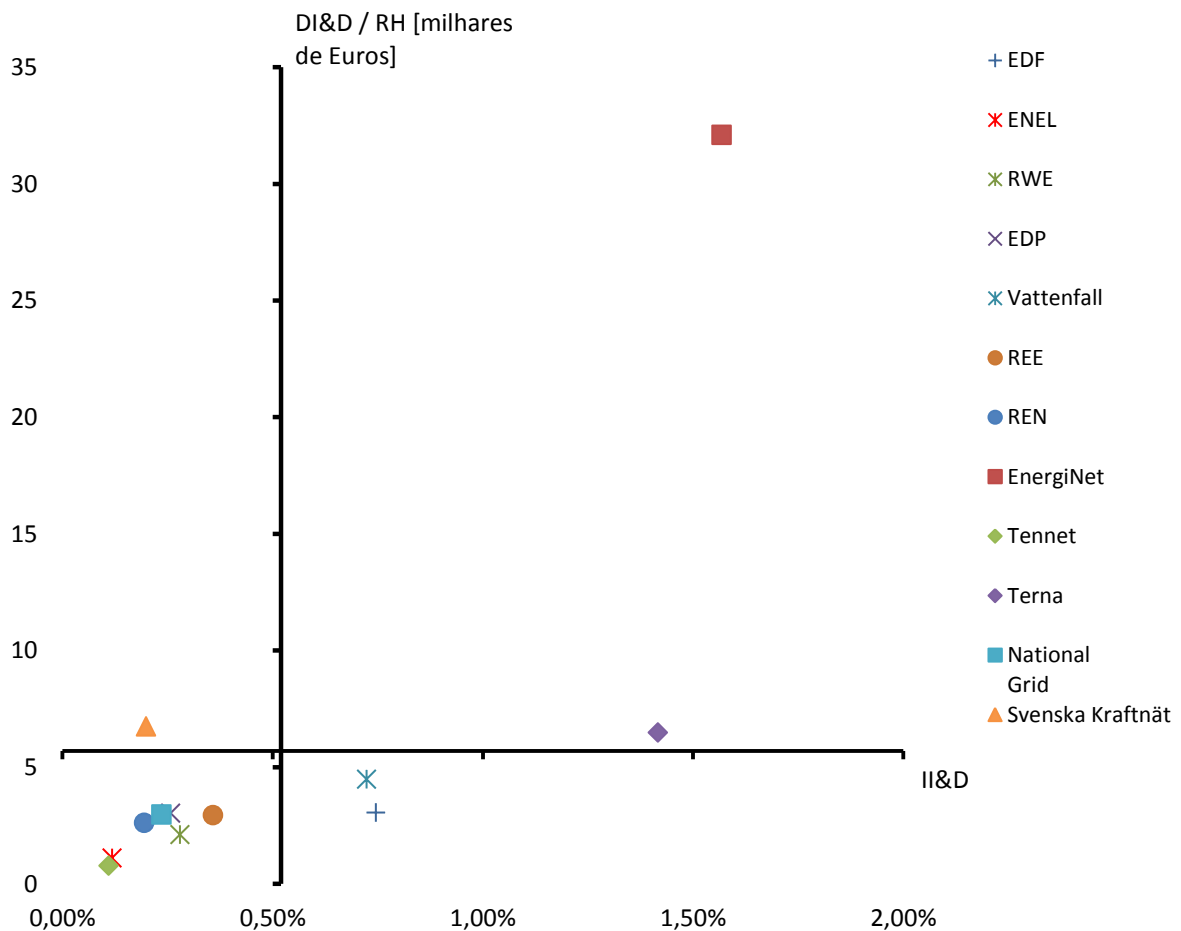


Figura 13 – Intensidade de I&D e orçamento de I&D por colaborador [2010]

Esta forma de representação dos dados deixa claro que não existem diferenças significativas entre os perfis de I&D dos dois grupos de empresas estudados, sobretudo no que à intensidade diz respeito, já que em termos absolutos de orçamento anual de I&D há diferenças significativas. Os orçamentos anuais de I&D das *utilities* que operam no sector da produção de electricidade são uma ou mesmo duas ordens de grandeza acima dos orçamentos dos TSOs.

#### 4.5 Áreas de investigação

---

Relativamente aos projectos de I&D específicos em que as empresas estão envolvidas, na sequência do contacto directo estabelecido com as empresas, apenas foi obtida informação mais detalhada por parte da REE, embora sem qualquer tipo de afectação de orçamento por projecto.

Como forma de sistematizar os poucos dados disponíveis, apresentam-se na Figura 14 o universo de projectos a que foi possível aceder, para três empresas: a REN, a REE e a EnergiNet. O objectivo desta representação não é comparar as empresas, uma vez que a escassez de dados não o permite, mas antes apresentar as áreas que, à partida, corresponderam às principais preocupações de cada uma em matéria de I&D.

Convém reiterar que apenas no caso da REE a lista de projectos é compreensiva e respeitante a um período de tempo entre 2000 e 2011. Para as restantes empresas os projectos considerados são apenas uma parte, mais precisamente os que vêm mencionados nos últimos relatórios de sustentabilidade, no caso da REN, e os que são mencionados no *website* corporativo da empresa, no caso da EnergiNet. Refira-se ainda que a maioria destes projectos é multianual, desenvolvendo-se, nalguns casos, ao longo de vários anos.

A maior parte dos projectos destacados pela REN e pela EnergiNet nos seus veículos de comunicação corporativos estão inseridos nos grupos de trabalho internacionais, como aqueles promovidos pela ENTSO-E<sup>23</sup>, o que de certa forma pode justificar que os mesmos se distribuam pelos temas mais prementes, já mencionados no Capítulo 2.5. Já no caso da REE, o facto do universo de projectos ter uma forte incorporação de projectos desencadeados internamente, pode significar a exploração de áreas de investigação diversas daquelas tidas como fundamentais pela ENTSO-E.

---

<sup>23</sup> Ou outros, como a Cigré ou a Eurelectric.

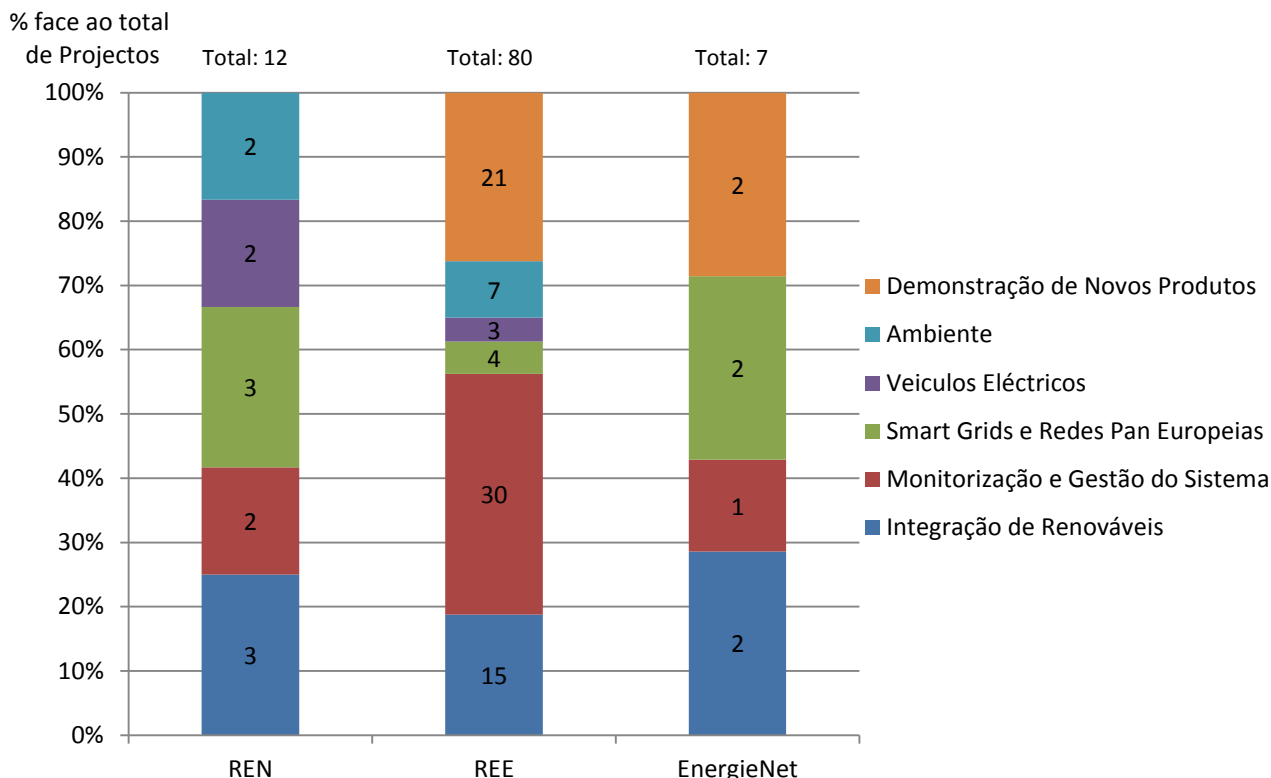


Figura 14 – Distribuição de projectos de I&D por áreas de actividade [REN, REE e EnergieNet].

Em todo o caso, convém esclarecer que seria muito mais interessante analisar a afectação de recursos, em particular financeiros, a cada área de investigação em específico, uma vez que dessa forma seria possível desenhar um retrato muito mais consistente sobre as reais preocupações das empresas no que respeita às áreas de investigação a explorar.

É possível apresentar uma representação desse tipo para a National Grid, que anualmente publica um relatório exaustivo sobre os seus projectos de I&D. As proporções apresentadas na Figura 15 dizem respeito aos dados disponíveis no último relatório, do período 2011/2012. Face aos dados disponíveis tentou-se sistematizar a informação em categorias o mais próximas possível das adoptadas para a comparação da Figura 14.

De destacar a fraca propensão para as questões relacionadas com a actualidade da política energética europeia em matéria de inovação – *Smart Grids*, Redes Pan Europeias e Integração de Renováveis. Mais ainda, tendo em consideração que em termos de integração de produção de energia eléctrica com origem em fontes renováveis, o Reino Unido enfrenta um desafio de peso nos próximos anos face ao atraso que ainda se sente no seu *mix* de produção eléctrica, desafio esse que é essencial para atingir as mestas comunitárias estabelecidas para 2020. Em termos globais do consumo energético do país, face aos números disponíveis no EuroStat, o



Reino Unido apresentou, em 2010, cerca de 3,2% de integração de energia de origem em fontes renováveis no total de energia consumida pelo país (eléctrica e não só). O objectivo da Comissão Europeia é atingir os 20% na Europa dos 27 até 2020<sup>24</sup>, embora individualmente, o objectivo do Reino Unido para 2020 sejam 15%.

Para a prossecução deste objectivo é naturalmente fulcral uma maior integração de energia eléctrica produzida a partir de fontes renováveis, uma vez que noutros campos de actividade, nomeadamente nos transportes, a dependência dos combustíveis fósseis continua a ser mais difícil de combater.

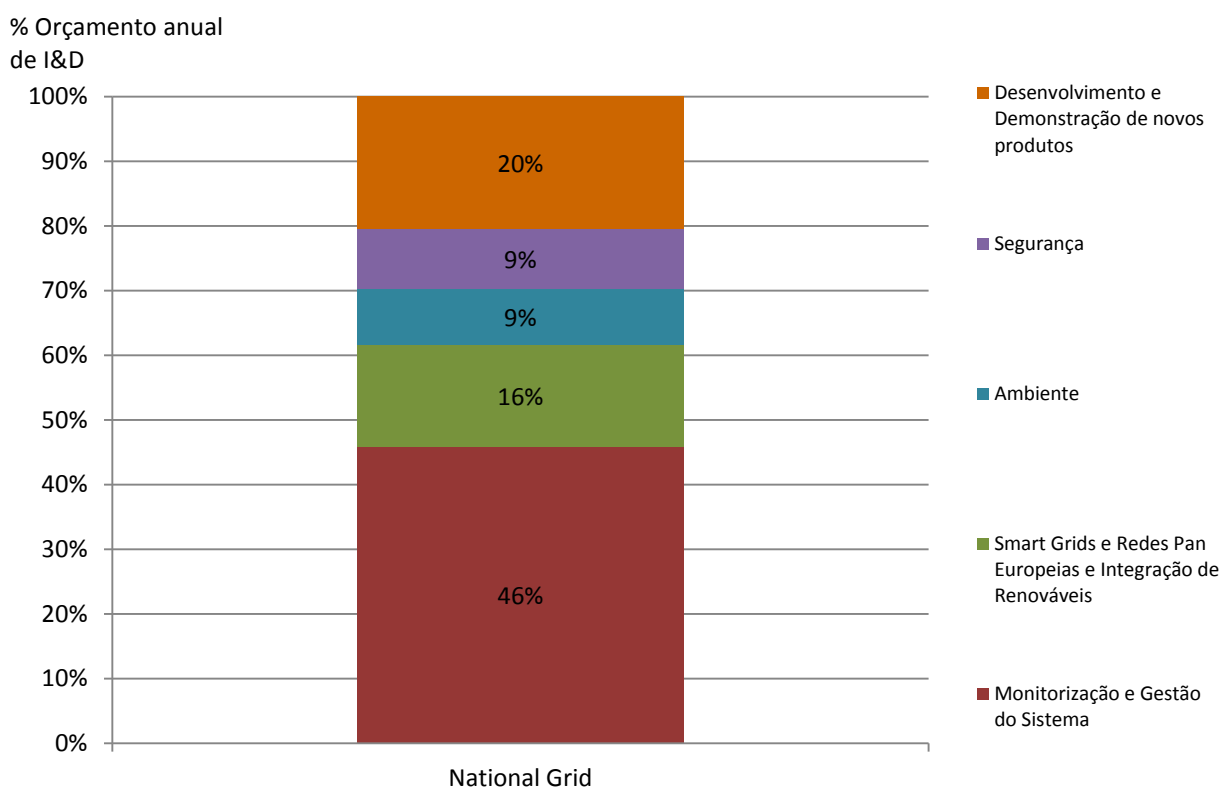


Figura 15 – Distribuição do orçamento anual de I&D da National Grid [2011/2012]

<sup>24</sup> Em 2010 a Europa dos 27 atingiu um valor de 12,4%. Portugal atingiu em 2010 os 24.6%, sendo que a sua meta para 2020 são os 31%. Em termos de integração de renováveis no mix de produção de energia eléctrica, Portugal ronda já os 50%.

## 4.6 Resposta às perguntas de investigação

---

A análise efectuada nos capítulos anteriores permite agora responder às perguntas de investigação formuladas no capítulo introdutório deste trabalho.

### 1) O orçamento de I&D dos TSOs europeus diminuiu na última década?

Não. De resto, para o conjunto de empresas analisadas, houve até uma tendência de crescimento. Acrescente-se ainda que, ao contrário das outras *utilities* eléctricas analisadas, não houve, tão pouco, sinais de abrandamento a meio da década em análise. Sendo assim, os TSOs foram imunes a qualquer factor que tenha influenciado essa tendência de decréscimo observada até 2007 nas *utilities* eléctricas com componente de produção de energia.

### 2) Os processos de *unbundling* tiveram repercussões nos orçamentos de I&D das empresas?

Não. Na sequência da resposta à pergunta anterior, não se pode concluir qualquer relação entre processos de *unbundling* e oscilações nos orçamentos de I&D dos TSOs.

O facto de os TSOs terem um perfil de intensidade de I&D semelhante às restantes *utilities* é mais um factor que contribui para a conclusão de que os processos de *unbundling* não tiveram repercussões nesta matéria, dando origem a mais do que uma empresa mas com características semelhantes.

### 3) Os TSOs europeus têm mais ou menos intensidade de I&D do que outras empresas do sector, designadamente da produção de energia?

Acima de tudo, a conclusão deve ser de que, quer um conjunto quer outro apresentam uma “intensidade de I&D baixa” (< 1%) à luz da classificação proposta pelo “*The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*”. Ainda assim, de todas as empresas analisadas, os TSOs apresentam valores de intensidade ligeiramente mais favoráveis, incluindo casos como a EnergiNet e actualmente também a Terna, com valores acima de 1%. No entanto, convém reforçar a ideia de que estão em comparação duas realidades distintas. Não só o volume de facturação dos TSOs é dez ou mais vezes inferior ao das outras *utilities* em análise, como estas últimas têm uma dimensão, em termos de número de recursos humanos, três ou mais vezes superior. Portanto, há que colocar em perspectiva a comparação entre a intensidade de I&D destes dois conjuntos de empresas.



#### **4) Quais os padrões das áreas de investigação e desenvolvimento?**

O principal aspecto a focar na resposta a esta pergunta é o facto de os projectos de I&D se dividirem em dois tipos: 1) aqueles que são desenvolvidos em organismos internacionais; e 2) projectos inteiramente desencadeados na empresa. Relativamente aos primeiros, conforme seria de esperar, as áreas preferenciais são aquelas identificadas nos capítulos 2.4 e 2.5, ou seja, fundamentalmente, a integração de energias renováveis, as *smart grids* e as redes pan-europeias. No caso de projectos desencadeados no seio da empresa, aparecem outras áreas de investigação, como por exemplo o desenvolvimento de soluções menos nocivas para a saúde e para o ambiente, o apoio ao desenvolvimento e demonstração de novos produtos e o desenvolvimento de novas soluções para monitorização e manutenção de equipamentos e o apoio à gestão do sistema.

Em suma, a ENTSO-E parece ter um papel central na realização de projectos de I&D de âmbito europeu. De resto, não fora este tipo de organismo e as empresas dedicariam preferencialmente os seus orçamentos à investigação de inovações incrementais para melhoria da eficiência e da segurança da gestão corrente do sistema.

#### **5) Qual o peso das actividades de I&D realizadas no âmbito de organismos internacionais na I&D total dos TSO's?**

Face aos dados disponíveis, é impossível retirar uma conclusão inequívoca sobre esta matéria e ainda mais quantificar o peso das actividades realizadas sob o chapéu de organismos internacionais. No entanto, é possível perceber que não existe um perfil semelhante em todas as empresas, ou seja, haverá empresas que praticamente ficam cingidas a grupos de trabalho promovidos por organismos internacionais e outras que, à parte desses grupos de trabalho, têm também uma maior propensão para desencadear as suas próprias actividades de I&D internas, como é o caso da REE e da National Grid.

### **5. Conclusões**

---

Boa parte dos desafios que a Europa enfrenta nas próximas décadas assenta na sua política energética e em particular na resolução de alguns problemas que exigem um salto tecnológico no sector eléctrico. Esse salto tecnológico não se resume apenas a formas menos poluentes de produção de electricidade, mas a um conjunto de inovações que permitam caminhar para um

sistema global mais eficiente, seguro, integrado e, lá está, menos nocivo no do que diz respeito às emissões poluentes.

Para se conseguir tamanho salto é necessário um esforço acrescido em matéria de I&D, coligindo os contributos de diversos agentes, desde as empresas, às universidades, sem esquecer o caso particular das empresas que operam, mantêm e desenvolvem as redes eléctricas dos respectivos países.

O sector em que se enquadram essas mesmas empresas é caracterizado por uma baixa intensidade de I&D. Naturalmente, nem todos os sectores têm de ser caracterizados por uma alta intensidade tecnológica, cabendo também a quem dita as políticas de I&D e de inovação o papel de avaliar as necessidades e actuar em conformidade (veja-se o caso da Dinamarca e da EnergiNet). Ainda assim, globalmente há necessidade e sobretudo espaço para a maioria destas empresas aumentar a sua participação em actividades de I&D. As empresas em causa são verdadeiros centros de saber, nalguns casos quase académico, sendo por isso importantíssimo o seu envolvimento na procura de soluções para os problemas actuais do sector.

A meta traçada pela ENTSO-E de os TSOs atingirem 1% da sua receita permitida em despesa em I&D não é especialmente ambiciosa mas, na maioria dos casos, significará um aumento substancial nos orçamentos actuais, da ordem das duas ou mais vezes.

Por outro lado, este sector tem vivido alterações de organização significativas nos últimos anos, ao abrigo das directivas comunitárias em vigor. No entanto, processos como o *unbundling* não terão tido repercussões nos orçamentos de I&D das empresas. A espelhar esta realidade está o facto de os TSOs apresentarem perfis de intensidade de I&D semelhantes aos dos grandes grupos verticais dos quais se segregaram.

A própria Comissão Europeia, através das conclusões que retira nalguns dos seus documentos, parece já ter percebido que estamos perante uma falha de mercado. Falha essa que terá de ser combatida através dos mecanismos de regulação do sector, impondo mínimos para os orçamentos de I&D, premiando o esforço de inovação destas empresas, etc. O caso mais destacado neste trabalho, o da dinamarquesa EnergiNet, ilustra precisamente um orçamento de I&D fixado pelo respectivo Estado. Mas outros países parecem já caminhar no mesmo sentido, como é o caso de Inglaterra, onde a entidade reguladora (Ofgem) se prepara para incluir medidas no seu esquema regulatório que garantam mínimos no que diz respeito à I&D levada a cabo pela National Grid.



A baixa intensidade de I&D das empresas retratadas neste estudo reflecte-se, inclusive, na dificuldade de acesso a dados que permitam estudar o assunto com mais profundidade. Não apenas pela ausência de resposta às tentativas de contacto feitas com as empresas, mas porque essa falta de resposta decorre também de uma cultura de inovação menos assimilada do que se encontra noutros sectores, o que se repercute na falta de sistematização de dados relativos às actividades de I&D e dificulta a utilização de mais indicadores para a realização de um estudo deste tipo. A consideração de novos indicadores constituiria, sem dúvida, um dos principais motivos de interesse para o desenvolvimento de futuros estudos.

## 6. Bibliografia

---

Caraça, J. (1993) *Do saber ao fazer: Porquê organizar a ciência*. Lisboa: Gradiva.

Caraça, J. (1996) *Ciência*. Lisboa: Quimera.

Comissão das Comunidades Europeias (2007) *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Plano Estratégico Europeu para as Tecnologias Energéticas (Plano SET)*. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.

Comissão Europeia (2010a) *Interpretative Note on Directive 2009/72/EC concerning common rules for the internal market in electricity and Directive 2009/73/EC concerning common rules for the internal market in natural gas. The unbundling regime*. Bruxelas: Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2010b) *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Energia 2020. Estratégia para uma energia competitiva, sustentável e segura*. Bruxelas: Comissão Europeia.

Comissão Europeia (2010c) *Using official statistics to calculate greenhouse gas emissions. A statistical guide*. Luxemburgo: Eurostat – Comissão Europeia.

ENTSO-E (2011) *TSO R&D Regulatory Framework in ENTSO-E countries*. Bruxelas: ENTSO-E.

ENTSO-E (2010) *European Electricity Grid Initiative Roadmap and Implementation Plan*. Bruxelas: ENTSO-E.

Fagerberg, Mowry D.C. e Nelson, R.R. (2006) *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Ferreira, J. J. (1993) *Economia e Gestão da Energia*. Lisboa: Texto Editora

Freeman, C. e Soete, L. (1997) *The economics of industrial innovation*. 3<sup>rd</sup> edition. Londres: Routledge.

Freeman, C. (1995) The National System of Innovation in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics* 19 (1), 5–24.

GPEARI (2011) *As empresas e instituições hospitalares com mais despesa em actividades de I&D em 2009*. Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais - Ministério da Educação e Ciência.

GPEARI (2011) *Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional*. Sumários Estatísticos disponíveis em: <http://www.gpearl.mctes.pt/ct> [Acesso em 27/08/2012].

- Hoffert, Caldeira, K., Jain, A.K., Haites, E.F., Harvey, L.D.D., Potter, S.D., Schlesinger, M.E., Schneider, S.H., Watts, R.G., Wigley, T.M.L. e Wuebbles, D.J. (1998) Energy implications of future stabilization of atmospheric CO<sub>2</sub> content. *Nature* 395 (6705), 881-884.
- Jamasb, T. e Pollitt, M. (2008) Liberalisation and R&D in network industries: The case of the electricity industry. *Research Policy* 37 (6 e 7), 995-1008.
- MacLean, R.W. (1994) Do utilities undervalue R&D? *Fortnightly* 132 (6), 13-14.
- Margolis, R.M. e Kammen, D.M. (1999) Evidence of under-investment in energy R&D in the Unites States and the impact of Federal policy. *Energy Policy* 27 (10), 574-584.
- National Grid (2012) *Innovation Funding Incentive – Transmission. Annual Report 2011/2012*. Disponível em:  
<http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Info/IFI/> [Acesso em 25/07/2012].
- OCDE (2005) *Stan indicators*. Directorate for Science, Technology and Industry (2005 edition).
- Popp, D. e Newell, R. (2012) Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D. *Energy Economics* 34 (4), 980-991.
- Sagar, A.D. e Zwaan, B. (2005) Technological innovation in the energy sector: R&D, deployment and learning-by-doing. *Energy Policy* 34 (17), 2601-2608.
- Sirin, S.M. (2011) Energy market reforms in Turkey and their impact on innovation and R&D expenditures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (9), 4579-4585.
- Smith, A. (1776) *The Wealth of Nations*. Excertos disponíveis em:  
<http://59.64.80.152/vod/1402563/pdfs/lecture8.pdf> [Acesso em 10/03/2012].
- Sterlacchini, A. (2006) The R&D Drop in European utilities. Should we care about it? *MPRA Paper* 556, posted 07. Disponível em:  
[http://mpra.ub.uni-muenchen.de/556/1/MPRA\\_paper\\_556.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/556/1/MPRA_paper_556.pdf)  
[Acesso em 15/01/2012]
- Sterlacchini, Alessandro (2010) Energy R&D in private and state-owned utilities: an analysis of the major world electric companies. *MPRA Paper* 20972, posted 25. Disponível em:  
[http://mpra.ub.uni-muenchen.de/20972/1/MPRA\\_paper\\_20972.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/20972/1/MPRA_paper_20972.pdf)  
[Acesso em 15/01/2012].
- Sucena Paiva, J.P. (2005) *Redes de Energia Eléctrica – Uma análise sistémica*. Lisboa: IST Press.



## 7. Anexo 1 – Lista de dados

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
REE	DI&D [M€]	1,1	1,5	1,5	2	2,4	2,9	3,7	4,4	7	6,8	5	7,2
	Proveitos [M€]	353,141	380,987	459,931	686,732	738,83	860,163	949,262	1030,91	1125,88	1200,12	1397,25	1637,34
	Nº Colaboradores	981	918	1168	1280	1415	1401	1442	1456	1521	1641	1695	1776
	DI&D/RH [k€]	1,12	1,63	1,28	1,56	1,70	2,07	2,57	3,02	4,60	4,14	2,95	4,05
	DI&D/Proveitos	0,31%	0,39%	0,33%	0,29%	0,32%	0,34%	0,39%	0,43%	0,62%	0,57%	0,36%	0,44%
REN <sup>(e)</sup>	DI&D [M€]									1,5	2,2	1,9	1,6
	Proveitos [M€]					282,316	364,533	387,72	554,692	607,351	1045,35	977,145	917,325
	Nº Colaboradores									793	738	728	734
	DI&D/RH [k€]									1,89	2,98	2,61	2,18
	DI&D/Proveitos									0,25%	0,21%	0,19%	0,17%
EnergiNet <sup>(a)</sup>	DI&D [M€]						17,46	17,46	17,46	17,46	17,46	17,46	
	Proveitos [M€]						1334,58	1126,91	1260,3	1119,38	1232,22	1113,61	
	Nº Colaboradores						426	467	481	492	520	544	
	DI&D/RH [k€]						40,99	37,39	36,31	35,49	33,58	32,10	
	DI&D/Proveitos						1,31%	1,55%	1,39%	1,56%	1,42%	1,57%	
Tennet	DI&D [M€]							2,58	1,56	2,19	6,12	1,45	2,871
	Proveitos [M€]							401	399	469,358	543	1322	1525
	Nº Colaboradores							531	567	838	934	1879	1985
	DI&D/RH [k€]							4,86	2,76	2,62	6,56	0,77	1,45
	DI&D/Proveitos							0,64%	0,39%	0,47%	1,13%	0,11%	0,19%
Terna	DI&D [M€]				3	2,2	3,40	4,40	7,80	11,20	13,20	22,50	18,3
	Proveitos [M€]				877	1020	1087	1110		1196	1390	1589	1636
	Nº Colaboradores				2821	2929	3388	3367		3734	3447	3468	3493
	DI&D/RH [k€]				1,06	0,75	1,00	1,31	2,15	3,00	3,83	6,49	5,24
	DI&D/Proveitos				0,34%	0,22%	0,31%	0,40%	0,67%	0,94%	0,95%	1,42%	1,12%
National Grid <sup>(b)</sup>	DI&D [M€]					3,361	3,112	3,236	3,734	9,957	7,468	7,468	
	Proveitos [M€]					1827	2350	2512	2621	3245	3092	3173	
	Nº Colaboradores						2190	2312	2358	2425	2469	2515	
	DI&D/RH [k€]						1,42	1,40	1,58	4,11	3,02	2,97	
	DI&D/Proveitos					0,18%	0,13%	0,13%	0,22%	0,31%	0,24%	0,24%	
Svenska Kraftnät <sup>(c)</sup>	DI&D [M€]		2,1	2,2	1,7	2,1	1,8	3,0	3,2	3,5	2,2	2,3	
	Proveitos [M€]		540,38	563,49	622,86	589,91	650,73	756,11	699,49	853,30	757,54	1166,22	
	Nº Colaboradores		243,00	257,00	264,00	269,00	277,00	282,00	289,00	295,00	317,00	344,00	
	DI&D/RH [k€]		8,65	8,60	6,28	7,81	6,39	10,59	11,10	11,99	6,98	6,75	
	DI&D/Proveitos		0,39%	0,39%	0,27%	0,36%	0,27%	0,39%	0,46%	0,41%	0,29%	0,20%	
<b>Médias <sup>(d)</sup>:</b> <b>TSOs</b>	DI&D Média	0,31%	0,39%	0,36%	0,30%	0,23%	0,43%	0,47%	0,58%	0,61%	0,60%	0,54%	0,52%
	DI&D/RH Média	1,12	3,10	2,60	1,53	2,18	3,73	4,09	7,41	5,23	5,51	5,20	3,75



		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EDF	DI&D [M€]	466	418	432	424	425	387	373	375	421	438	486	
	Proveitos [M€]	34424	40716	41817	44919	46928	51051	58932	59637	64279	66336	65165	
	Nº Colaboradores	135520	162491	172000	167000	161310	161560	156524	158640	160913	169139	158842	
	DI&D/RH [k€]	3,44	2,57	2,51	2,54	2,63	2,40	2,38	2,36	2,62	2,59	3,06	
	DI&D/Proveitos	1,35%	1,03%	1,03%	0,94%	0,91%	0,76%	0,63%	0,63%	0,65%	0,66%	0,75%	
ENEL	DI&D [M€]	124	100	100	40	20	20	22	29	35,5	86	87	97
	Proveitos [M€]	25109	28781	29977	31427	31011	34059	38513	43673	61184	64362	73377	79514
	Nº Colaboradores	72647	72661	71204	64770	61898	51778	58548	73500	75981	81208	78313	75360
	DI&D/RH [k€]	1,71	1,38	1,40	0,62	0,32	0,39	0,38	0,39	0,47	1,06	1,11	1,29
	DI&D/Proveitos	0,49%	0,35%	0,33%	0,13%	0,06%	0,06%	0,06%	0,07%	0,06%	0,13%	0,12%	0,12%
RWE	DI&D [M€]	101	108	87	78	78	55	73	74	105	110	149	146
	Proveitos [M€]	41000	50336	46633	43875	42137	39487	42554	42507	48950	47741	53320	51686
	Nº Colaboradores		132607	139535	127028	97777	85928	68534	63439	65908	70726	70856	72068
	DI&D/RH [k€]		0,81	0,62	0,61	0,80	0,64	1,07	1,17	1,59	1,56	2,10	2,03
	DI&D/Proveitos	0,25%	0,21%	0,19%	0,18%	0,19%	0,14%	0,17%	0,17%	0,21%	0,23%	0,28%	0,28%
EDP <sup>(e)</sup>	DI&D [M€]								13,306	23,69	31,035	36,527	
	Proveitos [M€]								11010	13894	12198	14170	
	Nº Colaboradores								13097	12245	12096	12096	
	DI&D/RH [k€]								1,02	1,93	2,57	3,02	
	DI&D/Proveitos								0,12%	0,17%	0,25%	0,26%	
Vattenfall <sup>(c)</sup>	DI&D [M€]	63,33	68,52	53,99	52,95	62,30	71,64	84,10	112,13	169,07	146,18	170,84	121,52
	Proveitos [M€]	3504	7630	11171	12377	12275	13688	15015	15882	18195	22713	23616	20018
	Nº Colaboradores		28814	34248	35296	33017	32231	32308	32396	32998	40026	38179	34685
	DI&D/RH [k€]		2,38	1,58	1,50	1,89	2,22	2,60	3,46	5,12	3,65	4,47	3,50
	DI&D/Proveitos	1,81%	0,90%	0,48%	0,43%	0,51%	0,52%	0,56%	0,71%	0,93%	0,64%	0,72%	0,61%
<b>Médias <sup>(d)</sup>:</b>	II&D Média	0,73%	0,54%	0,52%	0,45%	0,44%	0,39%	0,36%	0,35%	0,37%	0,38%	0,40%	0,24%
<b>Outras utilities</b>	DI&D/RH Média	3,62	1,75	1,61	1,51	1,65	1,61	1,75	1,77	2,17	2,17	2,59	2,00

(a) Os valores da EnergiNet foram convertidos de Coroas Dinamarquesas para Euros à taxa de: 1 DKK = 0,134 Euros;

(b) Os valores da National Grid foram convertidos de Libras Esterlinas para Euros à taxa de: 1 GBP = 1,24 Euros;

(c) Os valores da Svenska Kraftnät e da Vattenfall foram convertidos de Coroas Sueca para Euro à taxa de: 1 SEK = 0,1106 Euros;

(d) Os valores das médias são calculados dividindo os somatórios anuais da despesa em I&D das empresas pelos somatórios dos seus proveitos ou do número de recursos humanos.

(e) Os valores de despesa em I&D da REN e da EDP em 2009 foram comparados com os que vêm referenciados no Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN) do mesmo ano, sendo que no caso da REN os valores são semelhantes mas no caso da EDP o valor indicado na lista "As Empresas e Instituições Hospitalares com mais despesa em actividades de I&D em 2009" é muito superior ao indicado no Relatório Anual da própria empresa (aproximadamente 59 milhões euros contra 31 milhões de euros respectivamente). Por uma questão de coerência, utilizaram-se os valores indicados nos relatórios anuais da empresa, que de resto são concordantes com os valores indicados nos *R&D Investment Scoreboards* anuais da Comissão Europeia.

## 8. Anexo 2 – Dados do “The 2011 EU R&D Investment Scoreboard”

Intensidade de I&D	Sector	Intensidade de I&D [DI&D/Sales]	Despesa em I&D por colaborador [milhares de Euros]
Intensidade Baixa	Life insurance	0,21%	1,72
	Food & drug retailers	0,23%	0,37
	Gas, water & multiutilities	0,24%	1,01
	Mining	0,25%	1,20
	General retailers	0,27%	0,51
	Beverages	0,28%	0,69
	Industrial transportation	0,29%	0,37
	Oil & gas producers	0,29%	5,75
	Nonlife insurance	0,34%	2,88
	Forestry & paper	0,52%	1,67
	Industrial metals & mining	0,55%	1,61
	Electricity	0,57%	3,68
	Travel & leisure	0,60%	0,94
	Construction & materials	0,64%	1,26
	Mobile telecommunications	0,69%	4,27
	Internet	0,84%	5,97
Other financials	0,94%	2,93	
Intensidade Média - Baixa	Tobacco	1,18%	3,20
	Oil equipment, services & distribution	1,28%	3,26
	Banks	1,32%	3,01
	Food producers	1,35%	3,37
	Support services	1,36%	0,82
	Fixed line telecommunications	1,53%	4,14
	Personal goods	1,69%	4,50
Intensidade Média - Alta	General industrials	2,09%	4,27
	Household goods & home construction	2,13%	4,95
	Chemicals	2,57%	12,17
	Industrial machinery	2,67%	5,43
	Media	2,79%	9,11
	Computer services	3,69%	4,03
	Health care equipment & services	4,09%	6,04
	Alternative energy	4,20%	14,21
	Commercial vehicles & trucks	4,44%	12,98
	Electronic office equipment	4,60%	8,08
	Electrical components & equipment	4,62%	7,87
Intensidade Alta	Automobiles & parts	4,68%	13,04
	Aerospace & defence	5,53%	14,63
	Leisure goods	6,40%	14,08
	Electronic equipment	6,79%	12,55
	Computer hardware	7,30%	12,13
	Telecommunications equipment	13,02%	35,07
	Software	13,37%	22,34
	Pharmaceuticals	13,65%	41,13
	Semiconductors	14,53%	26,35
Biotechnology	23,37%	53,63	

Fonte dos dados: *The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*