



AS PME DE BASE TECNOLÓGICA NA TRANSIÇÃO PARA UM
NOVO SISTEMA ENERGÉTICO EM PORTUGAL:
CARACTERÍSTICAS, ESTRATÉGIAS E BARREIRAS À
ATUAÇÃO

Eduardo Ferreira Pedroso

Dissertação de Mestrado em Economia da Empresa e da
Concorrência

Orientadora:

Professora Doutora Isabel Salavisa Lança, Professora Associada, ISCTE-IUL, Departamento de
Economia Política

Outubro, 2012

*“The difficulty lies, not with the new ideas,
but in escaping the old ones.”*

(John Maynard Keynes)

Resumo

A coevolução entre tecnologia e instituições cria sistemas estáveis que, apesar de providenciarem à sociedade a satisfação das suas necessidades, podem criar bloqueios sistémicos ao desenvolvimento e difusão de alternativas tecnológicas mais eficientes. Este é atualmente o caso para muitas tecnologias energéticas, de transporte e industriais que se encontram demasiado dependentes da utilização de combustíveis fósseis, os quais estão na base dos atuais desafios ambientais. A existência de um *carbon lock-in* requer assim profundas alterações dos sistemas tecnológicos vigentes no sentido de uma economia hipocarbónica, o que recai sobre múltiplos agentes, designadamente nas Novas Empresas de Base Tecnológica (NEBT) a operar no sector das energias renováveis.

Deste modo, a presente dissertação procura contribuir para um melhor conhecimento das estratégias e barreiras específicas de empresas dessa natureza a operar em contexto nacional. Para o efeito, foi considerada uma amostra inicial de PME do distrito de Lisboa e Setúbal caracterizadas segundo o seu ano de criação, origem, número de pessoas ao serviço, volume de negócios, área(s) tecnológica(s) e tipo de negócio. Seguidamente, através da aplicação de entrevistas, realizaram-se sete estudos de caso – a seis PME e a uma grande empresa.

Os resultados obtidos refletem a heterogeneidade comportamental das empresas, mas é possível destacar o facto de operarem maioritariamente em nichos; apresentarem uma elevada dinâmica tecnológica e de inovação; deterem recursos humanos altamente qualificados; terem estratégias de internacionalização e expansão de atividade bem definidas; e enfrentarem um conjunto de barreiras fortemente associadas ao fenómeno de *carbon lock-in* que, ao contrário do que a teoria fazia prever, não se centram na questão dos custos mais baixos das tecnologias convencionais, mas antes na problemática evolução e configuração das políticas públicas de promoção ao desenvolvimento do sector das energias renováveis.

Palavras-chave: Mudança de sistema tecno-institucional; *Carbon lock-in*; NEBT - novas empresas de base tecnológica; Energias Renováveis.

Classificações JEL: M21 – Economia da Empresa; O33 – Mudança tecnológica: Escolhas e Consequências; Processos de Difusão.

Abstract

The co-evolution of technology and institutions creates stable systems that, despite meeting society's needs, can create systemic barriers to the development and dissemination of alternative and more efficient technologies. This is currently the case for many energy, transportation and industrial technologies that are too dependent on the usage of fossil fuels and are the basis of many of today's environmental challenges. Therefore, the existence of a carbon lock-in requires major changes of existing technological systems towards a low-carbon economy, which depends on multiple agents, namely on New Technology-based Firms (NTBF) operating in the renewable energy sector.

This dissertation seeks to contribute to a better understanding of the strategies and barriers of such firms operating in the national context. For this purpose, a sample of SMEs located in the districts of Lisbon and Setúbal was analyzed. The firms were characterized according to their formation year, origin, number of employees, turnover, technological domain(s) and type of business. Then, through the conduction of interviews, seven case studies were carried out – six SMEs and one large firm.

The results reflect the behavioral heterogeneity of the firms analyzed but it is possible to highlight some dominant traits: they operate mostly in niches; present high technological and innovative dynamics; have highly skilled human resources; have well defined internationalization and expansion strategies; and face a set of barriers strongly associated with the phenomenon of carbon lock-in that, contrarily to what the theory predicted, is not focused on the issue of the cost-advantage of conventional technologies, but rather on the problematic configuration and evolution of public policies aiming to promote the development of a renewable energy sector.

Keywords: Tecno-institutional systems shift; Carbon lock-in; NTBF – new technology-based firms; Renewable Energies.

JEL Classification: M21 – Business Economics; O33 – Technological Change: Choices and Consequences; Diffusion Processes.

Agradecimentos

A presente dissertação marca o final de uma jornada de cinco anos onde aprendi a caminhar sozinho mas, acima de tudo, a deixar que caminhem a meu lado.

Quero por isso agradecer especialmente à minha orientadora, a Professora Doutora Isabel Salavisa Lança, pela prontidão, exigência, rigor e simpatia que soube sempre demonstrar em cada etapa deste projeto e que foram, sem qualquer dúvida, fundamentais para a sua concretização. Deixo igualmente um grande obrigado à bolseira Mafalda Silva, cuja ajuda na marcação de entrevistas foi crucial para a realização de algumas delas, à Professora Cristina de Sousa pela sua disponibilidade na correção e melhoramento do guião de entrevista e à Professora Doutora Nádía Simões pela orientação inicial na definição de um tema e área de trabalho.

Estou também muito grato a todos os empreendedores que se disponibilizaram para a realização de uma entrevista e sem os quais nunca poderia ter concluído esta dissertação. Lamento apenas não poder nomear cada um de vós.

Aos meus amigos, um abraço tão longo quanto a profunda admiração, carinho e gratidão que sinto por eles, que sempre acreditaram em mim e sem os quais a minha determinação e bom humor não teriam sido tão fortes durante todo este percurso.

Por último, mas nunca menos importante, quero agradecer o apoio incondicional dos meus pais, Ana Maria e Joaquim Pedroso, e família por todo o amor que me dedicam. Em especial, deixo à minha irmã Raquel, cujos conselhos e amizade souberam sempre conduzir-me na direção certa, um enorme obrigado que, apesar de tudo, julgo ser impossível de expressar justamente o reconhecimento que merece.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos	iii
Índice	iv
Índice de Tabelas	vi
Índice de Figuras	vi
Lista de Abreviaturas	vii
Sumário Executivo	viii
Introdução	1
1 – Capítulo I: O bloqueio do sistema energético	4
1.1 – Tecnologia e Sistemas Tecnológicos	4
1.2 – <i>Lock-in</i> Tecnológico.....	6
1.2.1 – <i>Lock-in</i> e paradigmas tecnológicos	6
1.2.2 – <i>Lock-in</i> e rendimentos crescentes na adoção.....	7
1.3 – <i>Lock-in</i> Industrial: <i>Standards</i> e Indústrias de Suporte	9
1.4 – <i>Lock-in</i> Empresarial: Investimento e Financiamento.....	10
1.5 – <i>Lock-in</i> Institucional.....	11
• A intervenção pública	12
• O papel das associações privadas	13
• Os comportamentos individuais	14
1.6 – <i>Carbon Lock-in</i>	14
• Incerteza científica.....	15
• Custo das alternativas tecnológicas	16
• <i>Complexo Tecno-institucional</i>	16
1.7 – Barreiras à difusão e comercialização de tecnologias hipocarbónicas.....	19
2 – Capítulo II: Vias para a mudança de paradigma energético	23
2.1 – Escapar ao <i>carbon lock-in</i>	23
2.1.1 – Abordagens de transição	24
2.1.2 – O contexto de mudança	27
2.1.3 – Agentes de mudança.....	31
• Consumidores	32

• Governo	32
• Universidades e laboratórios	33
• Empresas e empreendedores.....	34
3 – Capítulo III: O papel das Novas Empresas de Base Tecnológica	37
3.1 – Novas empresas de base tecnológica	37
3.2 – Tecnologias Ambientalmente Sustentáveis: desafio e oportunidade	40
3.3 – Processo de estratégia tecnológica	45
3.3.1 – Dinâmica	46
3.3.2 – Formulação	47
3.3.3 – Implementação	50
3.3.4 – Avaliação	51
4 – Capítulo IV: Metodologia e resultados de estudo.....	54
4.1 – O caso português	54
4.2 – Metodologia	59
4.2.1 – Amostra	59
4.2.2 – Etapas de recolha de dados.....	61
4.3 – Resultados do estudo.....	62
4.3.1 – Empresa A	67
4.3.2 – Empresa B	70
4.3.3 – Empresa C	72
4.3.4 – Empresa D	75
4.3.5 – Empresa E.....	77
4.3.6 – Empresa F.....	79
4.3.7 – Empresa Z.....	82
5 – Capítulo V: Conclusões.....	85
Referências Bibliográficas	95
Anexos.....	100
Anexo 1 – Produção mundial de energia por fonte (Mtoe).....	100
Anexo 2 – Principais barreiras para a comercialização e desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis	100
Anexo 3 – Modelo das Cinco Forças Competitivas de Porter	104
Anexo 4 – O processo de estratégia tecnológica.....	105
Anexo 5 – Metas ENE 2020 para potência instalada e dados mais recentes de FER em Portugal Continental e Regiões Autónomas da Madeira e Açores	105

Anexo 6 – Potência instalada nas centrais produtoras de energia elétrica (MW) em Portugal Continental - valores totais (A6a) e pesos relativos (A6b) das ER	106
Anexo 7 – Produção elétrica a partir de energias renováveis (GWh) em Portugal Continental - valores totais e pesos relativos	106
Anexo 8 – Guião de Entrevista	107
Anexo 9 – Critérios de classificação de PME	114
Anexo 10 – Distribuição das empresas por tipo e área de atividade.....	114
Anexo 11 – Distribuição das empresas por tipo de negócio e a origem	114
Anexos 12 – Distribuição das empresas por tipo de negócio e ano de criação.....	115

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Elementos de <i>Lock-in</i> tecno-institucional	17
Tabela 2 – Fontes de Energia Renovável	42
Tabela 3 – Evolução histórica de produção elétrica a partir de energias renováveis (GWh) em Portugal Continental.....	55
Tabela 4 – Estrutura e objetivos do guião de entrevista.....	61
Tabela 5 – Empresas alvo de estudo de caso	62
Tabela 6 – Caracterização geral das empresas estudo de caso.....	66
Tabela 7 – Caracterização geral dos empreendedores entrevistados.	66

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução histórica das emissões mundiais de CO ₂ (milhões de toneladas)	15
Figura 2 – Representação simples das forças motrizes de um TIC.....	18
Figura 3 – Processo de estratégia tecnológica: dinâmica.....	46
Figura 4 – Processo de estratégia tecnológica: formulação	48
Figura 5 – Processo de estratégia tecnológica: implementação	50
Figura 6 – Processo de estratégia tecnológica: avaliação.	51
Figura 7 – Total de empresas por ano de criação e origem.....	63
Figura 8 – Total de empresas por tipo de PME.....	63
Figura 9 – Total de empresas por área de negócio.....	64
Figura 10 – Peso relativo do total de empresas por tipo de negócio.....	65

Lista de Abreviaturas

CFC	– Clorofluorcarboneto
CO₂	– Dióxido de Carbono
C&T	– Ciência e Tecnologia
EOP	– End-of-pipe
ER	– Energias Renováveis
EUA	– Estados Unidos da América
FCT	– Fundação para a Ciência e Tecnologia
FER	– Fontes de Energia Renovável
FEUP	– Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GEE	– Gases com Efeito de Estufa
GWh	– Gigawatt-hora
I&D	– Investigação e Desenvolvimento
IEA	– International Energy Agency
INEGI	– Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial
INSEAD	– Institut Européen d'Administration des Affaires
IPCC	– Intergovernmental Panel on Climate Change
ISA	– Instituto Superior de Agronomia
ISP	– Imposto Sobre Produtos Petrolíferos
IST	– Instituto Superior Técnico
IVA	– Imposto Sobre o Valor Acrescentado
LNEG	– Laboratório Nacional de Energia e Geologia
Mtoe	– Milhões de toneladas de equivalente de petróleo
NEBT	– Nova Empresa de Base Tecnológica
ONG	– Organização Não Governamental
PALOP	– Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa
PER	– Portal da Energias Renováveis
PME	– Micro, Pequenas e Médias Empresas
PNAER	– Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
QREN	– Quadro de Referência Estratégico Nacional
SIFIDE	– Sistema de Incentivos Fiscais à Investigação e Desenvolvimento
TAS	– Tecnologias Ambientalmente Sustentáveis
TIC	– Tecno-Institutional Complex / Complexo Tecno-Institucional
UE	– União Europeia
UNL	– Universidade Nova de Lisboa

Sumário Executivo

Fruto da existência de inúmeros incentivos económicos e da eficaz exploração, no momento certo, de uma oportunidade de negócio, muitas tecnologias acabam por dominar os mercados apesar da existência de alternativas potencialmente mais eficazes. Um dos incentivos com maior impacto nessa evolução tendem a ser as externalidades de rede, verificando-se que à medida que os interesses de agentes privados, instituições públicas e consumidores se interligam e se tornam interdependentes, surgem malhas densas de vantagens que autossustentam e perpetuam a utilização de uma tecnologia ou sistema tecnológico, originando situações de *lock-in* possíveis de identificar em quatro domínios: tecnológico, industrial, empresarial e institucional. Estas redes arquitetonicamente conectadas podem denominar-se por complexos tecno-institucionais, expressando a relação que tecnologia e instituições (formais e informais) podem estabelecer e, acima de tudo, as consequências dessa relação, nomeadamente a enorme capacidade de exclusão de soluções mais radicais e socialmente ou ambientalmente mais sustentáveis.

Atualmente, muitos sectores económicos encontram-se, de forma mais ou menos intensa, dominados por sistemas tecno-institucionais, sendo um dos casos mais alarmantes o domínio sobre as atividades de energia, transporte e indústria de sistemas demasiado dependentes da utilização de combustíveis fósseis, gerando-se um fenómeno de *carbon lock-in*. Além dos graves riscos ambientais que comporta, este fenómeno tem bloqueado o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente sustentáveis, em particular as associadas à utilização de energias alternativas, criando forças sistémicas poderosas que tornam a mudança de trajetória tecnológica e, acrescente-se, social, muito difícil. Mesmo com o crescente número de evidências que apontam para os riscos ambientais, observa-se ainda a existência de profunda inércia nas instituições e persistentes falhas no mercado, em políticas e na atuação de organizações relativamente à adoção de tecnologias e medidas que contribuam para a mitigação do problema.

Não obstante, apesar do complexo baseado nos combustíveis fósseis ser eventualmente o *complexo tecno-institucional* maior e mais persistente da história, ele não é invulnerável. Existem exemplos que demonstram a possibilidade de descontinuidade, verificando-se que estas barreiras apenas poderão atrasar a inevitável obsolescência e substituição desses sistemas. A mudança, sob as suas mais variadas formas, exigirá, porém, não só um

ambiente propício à sua ocorrência, mas igualmente agentes atentos à sua possibilidade e ativos na sua introdução.

Neste sentido, considera-se que, apesar da intervenção governamental ser fundamental nos processos de *catching up* tecnológico de uma economia, a excessiva resistência à mudança coloca nas mãos das empresas privadas o importante papel de rutura com antigos paradigmas. Contudo, embora as grandes empresas sejam responsáveis por uma parcela significativa do desenvolvimento tecnológico, tendem a ser as entidades que mais dependem dos sistemas dominantes, tendo, conseqüentemente, maiores estímulos para a sua perpetuação. Este motivo, aliado ao facto de as pequenas empresas, em particular as NEBT (novas empresas de base tecnológica), apresentarem dinâmicas tecnológicas fortes e comportamentos estratégicos muito flexíveis, considera-se que são elas que, ao atuarem nas fronteiras dos paradigmas vigentes, muitas vezes em nichos de mercado onde as grandes empresas não investem, se encontram no lugar privilegiado para conduzirem a transição para um sistema hipocarbónico.

Considerando a afirmação cada vez mais forte da procura de produtos e serviços ambientalmente sustentáveis, sobretudo associados a fontes energéticas alternativas, apesar das inúmeras barreiras que afetam as tecnologias hipocarbónicas, estas, além dos importantes benefícios ambientais, representam também uma oportunidade favorável de negócio para as NEBT. Não obstante, em Portugal denota-se a existência de poucos estudos sobre a atuação deste tipo de empresas no sector das energias renováveis, o que, considerando os fortes investimentos públicos nas últimas décadas para a promoção da exploração de fontes de energia renovável, torna relevante conhecer as características destas empresas no contexto nacional e, em particular, as suas estratégias e obstáculos.

Deste modo, considerando uma amostra de 51 PME nacionais que desenvolvem produtos, tecnologias ou serviços na área da produção de energia a partir de recursos renováveis, com pelo menos três anos de atividade e sedeadas nos distritos de Lisboa e Setúbal, conclui-se que: a maioria localiza-se em Lisboa; quase metade tem menos de oito anos de atividade; quase metade resultou de *spin-offs* (académicos ou empresariais); a maior parte não tem mais de 10 trabalhadores e dois milhões de euros de volume de negócio (são micro empresas); atuam em várias áreas das energias renováveis, adquirindo mais expressão a energia solar, eólica, as bioenergias e os serviços de eficiência energética; e dedicam-se

sobretudo à comercialização de tecnologias de terceiros, embora um grande número apresente também oferta de serviços.

Por seu turno, analisando mais profundamente sete empresas (seis PME e uma grande empresa) foi possível captar as suas perceções quanto ao sector onde operam, estratégias que adotam e principais entraves que enfrentam. Assim, apesar da elevada heterogeneidade de comportamentos, destaca-se o seguinte:

- Tendem a operar em nichos de mercado apostando na diferenciação pela qualidade e na satisfação de necessidades específicas dos clientes;
- Tecnologicamente, a maioria comercializa produtos de terceiros, centrando os seus esforços na melhoria ou aquisição de produtos existentes, embora mais de metade realize I&D, verificando-se uma elevada capacidade de inovação;
- Apresentam uma estrutura de recursos humanos altamente qualificados e uma forte aposta na sua formação, embora, à exceção da grande empresa, não realizem grandes investimentos em publicidade, marketing ou na formalização de práticas de responsabilidade social e/ou *corporate governance*;
- Tendem a procurar, através de parcerias formais e informais com empresas e universidades, fontes externas para aquisição de novos conhecimentos, acesso a recursos humanos qualificados e para obtenção de informações sobre mercados e clientes;
- Tendem a suportar a atividade quase exclusivamente através de capitais próprios, revelando dificuldade de acesso a outras formas de financiamento;
- A maior parte pretende expandir a atividade alargando-a no sentido da produção própria ou para novos mercados (sobretudo os EUA, os PALOP e o Médio Oriente);
- Apontam a energia solar fotovoltaica, as energias das ondas e a eólica *offshore* como as energias renováveis com maiores oportunidades de mercado;
- Consideram que a maior barreira à prossecução dos seus objetivos é a existência de grande instabilidade na atual condução das políticas públicas de incentivo às energias renováveis e, à exceção da grande empresa, desvalorizam as barreiras de custo-eficácia;
- As suas estratégias são moldadas pela existência de bloqueios associados ao *carbon lock-in* do atual sistema energético, sobretudo as estratégias de negócio, financiamento, internacionalização, cooperação, dinâmica concorrencial e crescimento.

Introdução

Schumacher referiu na década de 70, a propósito do homem moderno, que este não se reconhece como parte integrante da natureza, “*mas antes como uma força exterior destinada a dominá-la e a conquistá-la (...), esquecendo-se de que, se ganhar essa batalha, achar-se-á ele próprio no terreno dos vencidos.*” (1980:18). Em pleno século XXI, e apesar dos extraordinários avanços no sentido da construção de uma consciência quase global para a necessidade de por fim aos impactos nefastos da ação humana sobre o meio ambiente, existem ainda muitos obstáculos a ultrapassar.

Os sistemas tecnológicos vigentes, construídos a pensar em e em torno da utilização de combustíveis fósseis, representam um desses obstáculos, que, talvez apenas a par da própria conduta humana, surgem como os maiores responsáveis pela degradação ambiental. A existência de um verdadeiro *carbon lock-in*, fruto de redes de múltiplos agentes, altamente dependentes entre si, que operam ao abrigo de lógicas e barreiras tecno-institucionais muito complexas, favorece a inércia e impede a mudança.

No entanto, nenhum sistema tecnológico “*deve ser encarado como uma condição permanente, pelo contrário, como um estado alterável mas persistente, que cria barreiras políticas e de mercado sistémicas em relação a alternativas*” (Unruh, 2000:818). De facto, parece revelar-se cada vez mais uma consciência coletiva que defende o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente sustentáveis, em particular no domínio das energias renováveis, capazes de romper com os paradigmas atuais. Neste contexto surgem diversas oportunidades de negócio, sobretudo para empresas de menor dimensão que, dotadas de maior espírito empreendedor e inovador, podem, apesar dos inúmeros obstáculos que enfrentam, exercer importantes pressões para a mudança tecnológica desejada.

Não obstante, o contributo dessas empresas parece não estar ainda suficientemente analisado, sobretudo no contexto nacional onde nas últimas décadas se tem assistido a um crescimento favorável das fontes de energia renovável. Importa, pois, estudar as características dessas empresas, em particular as estratégias que adotam, obstáculos que enfrentam e a relação entre estas dimensões. Esta dissertação pretende, assim, dar resposta às seguintes questões de investigação: “*Quais as principais barreiras, designadamente as associadas ao carbon lock-in do atual sistema energético, à atividade das NEBT a operar no sector das energias renováveis em Portugal? De que modo influenciam a configuração e atuação dessas empresas?*”. Para tal, importa igualmente compreender quais as barreiras

predominantes e quais as estratégias prosseguidas para fazer face a elas. Desta maneira, para dar resposta a estas questões assumem-se dois outros importantes objetivos de investigação:

Objetivo 1 – caracterizar as novas empresas de base tecnológica na área das energias renováveis em Portugal, procurando compreender, entre outras dimensões, como surgiram e que atividades desenvolvem.

Objetivo 2 – identificar, através de estudos de caso, as principais barreiras enfrentadas por estas empresas e, através da análise dos seus processos estratégicos, a função que exercem na identificação de uma oportunidade de negócio e no acesso aos recursos e competências necessários à sua exploração, por um lado; e no combate aos obstáculos decorrentes do atual paradigma tecno-institucional energético, por outro.

Além destes objetivos pretende-se ainda que esta investigação possa ter utilidade social e institucional, dado que, através da compreensão dos fenómenos de bloqueio tecnológico e os seus impactos sobre a atuação de pequenas empresas e na persistência de vários problemas ambientais, será possível construir políticas de atuação, quer empresariais, quer governamentais, mais eficazes e determinantes no combate a estes problemas.

Deste modo, este trabalho encontra-se organizado em duas partes e dividido em cinco capítulos. A primeira parte do trabalho (capítulo I, II e III) tem por objetivo a revisão de literatura mais relevante ao enquadramento teórico das dimensões em estudo e a segunda parte (capítulos IV e V) é dedicada à investigação empírica.

Assim, no **Capítulo I**, para o entendimento do fenómeno de *carbon lock-in* é feita uma descrição dos conceitos de Tecnologia e Sistema Tecnológico e a explicação do fenómeno de *lock-in*, através da identificação das suas diferentes facetas: tecnológico, industrial, empresarial e institucional. Procura-se ainda introduzir o quadro conceptual desenvolvido por Unruh denominado *Complexo Tecno-institucional* e sintetizar as principais barreiras para a difusão de tecnologias hipocarbónicas.

Seguindo o enquadramento teórico anterior, o **Capítulo II** destina-se a abordar as vias para a mudança de paradigma energético centrando-se, em particular, em três domínios: formas de mudança; contextos que lhe são favoráveis; e os agentes de mudança.

Concluindo a exposição teórica, o **Capítulo III** analisa em maior detalhe a posição estratégica das novas empresas de base tecnológica enquanto dinamizadores das soluções tecnológicas de baixo carbono existentes e considerando os principais desafios e oportunidades que poderão afetar as suas atividades.

Por sua vez, o **Capítulo IV** começa por explicar os objetivos e metodologia empregue neste estudo, terminando com a apresentação dos principais dados caracterizadores da amostra de empresas construída, bem como a apresentação dos principais resultados dos estudos de caso sobre as estratégias e barreiras sentidas por um conjunto de empresas a operar no sector das energias renováveis, tendo por base entrevistas conduzidas com os respetivos empreendedores.

Este trabalho termina no **Capítulo V**, reservado para a discussão das principais conclusões, tendo em vista a resposta às questões colocadas sobre as características, potencial estratégico e barreiras sentidas por empresas de reduzida dimensão e elevada dinâmica tecnológica na área das energias renováveis, sendo igualmente avançadas algumas sugestões de investigação futura.

1 – Capítulo I: O bloqueio do sistema energético

O presente capítulo pretende apresentar os conceitos fundamentais ao entendimento do fenómeno de *carbon lock-in*. Nesse sentido, inicialmente é feita uma descrição dos conceitos de Tecnologia e Sistema Tecnológico, seguindo-se a explicação do fenómeno de *lock-in* nas suas variadas vertentes: tecnológico, industrial, empresarial e institucional. Por último, procura-se esclarecer o conceito de *carbon lock-in* com recurso ao enquadramento desenvolvido por Unruh – *Complexo Tecno-institucional* – e sintetizar as principais barreiras para a difusão de tecnologias de baixo carbono.

1.1. Tecnologia e Sistemas Tecnológicos

Atualmente, a designada *sociedade do conhecimento* representa um novo estágio nas relações entre as extensões do conhecimento e a economia. A massificação das tecnologias de informação e comunicação e o desenvolvimento das redes mundiais de informação, impulsionados, entre outros fatores, pelo aumento continuado do nível de escolaridade média da população dos países mais avançados, revolucionaram e acresceram protagonismo ao conhecimento científico e ao estatuto da tecnologia. Desta forma, estas dimensões têm sido encaradas como inexoravelmente endógenas ao sistema económico e social e a tecnologia e os seus fatores envolventes são amplamente estudados enquanto meios fundamentais para o crescimento económico, para a competitividade e para o bem-estar.

Uma **tecnologia** pode ser encarada como “*o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção, à melhoria ou à utilização de bens e serviços*” (Caraça, 1993:68), no fundo, e simplisticamente, todo o conhecimento que está imerso em artefactos. Mas, de notar que tecnologia é um conceito distinto de ciência, a qual pode ser definida como “*o conjunto de conhecimentos organizado sobre os mecanismos de causalidade dos factos observáveis obtida através do estudo objetivo dos fenómenos empíricos*” (Caraça, 1993:68).

Verifica-se, assim, a possibilidade de apontar algumas diferenças fundamentais entre estes conceitos, das quais importa reter (Sousa, 1997): **(i)** *o grau de disponibilidade pública* (os resultados científicos adquirem uma natureza de bem público ao passo que a tecnologia está associada a uma apropriação privada); **(ii)** *transmissibilidade* (ao contrário da ciência a tecnologia é constituída por conhecimento tácito, pessoal ou institucional, que não é facilmente transferível); **(iii)** *objetivos* (a ciência visa o conhecimento da natureza, «saber pelo saber», enquanto que a tecnologia pretende atuar sobre essa mesma natureza); **(iv)**

abrangência (a tecnologia não se limita ao conhecimento científico pois recorre também ao conhecimento empírico).

Apesar das distinções, a “*ciência e tecnologia são dois conceitos intimamente ligados*” (Caraça, 1993:67), sendo possível admitir que avanços na ciência traduzem-se em avanços tecnológicos e alguns progressos científicos só são possíveis com descobertas tecnológicas. Consequentemente, para a análise de um importa lembrar o outro.

Ao pensar em tecnologia é comum fazê-lo de forma isolada, isto é, focar a parte ou componente principal (ex.: o automóvel) e não o «todo» ou o conjunto de elementos que a compõem e caracterizam (ex.: o motor, sistema de travões, as estradas, etc.). Por inerência, esta visão não pondera as inter-relações sistémicas entre tecnologias individuais (Arthur ap. Unruh, 2000), ignorando que uma tecnologia é melhor entendida enquanto conjunto de *know-how* imbuído em sistemas e subsistemas arquitetonicamente relacionados.

O conceito de **sistema tecnológico** pode, assim, ser observado como referente a componentes inter-relacionados numa *network* ou infraestrutura que inclui elementos físicos, sociais e informacionais (Unruh, 2000), constituindo redes dinâmicas de conhecimento e competências onde interagem vários agentes (Carlsson e Stankiewicz ap. Geels, 2004). De acordo com a taxinomia de inovação de Freeman e Perez (1988), novos sistemas tecnológicos traduzem-se em mudanças tecnológicas profundas que afetam simultaneamente diversos sectores económicos. Em períodos de mudança de sistema surgem *inovações radicais*¹ e *incrementais*² que dão origem a novas constelações tecnológicas e, possivelmente, ao aparecimento de novos sectores.

Para entender a **mudança de sistema tecnológico** há que considerar que a evolução tecnológica influencia e é influenciada pelo contexto social, económico e cultural, no qual se desenvolve (Geels, 2004; Geels e Kemp, 2007), verificando-se que o ritmo dessa evolução é muito imprevisível, podendo assistir-se a momentos de alteração profunda e repentina e outros de demorada «inércia», a qual é abordada de seguida.

¹ Inovações que se processam de forma descontínua, normalmente consequência de esforços formais de I&D em laboratórios de empresas, instituições públicas ou de universidades (Freeman e Perez, 1988).

² Pequenas mudanças nos produtos e/ou processos, permitindo a melhoria da qualidade ou a diminuição de custos e o aumento da produtividade, muitas vezes em consequência de esforços resultantes da aprendizagem ao longo do processo produtivo - *learning-by-doing* e *learning-by-using* – e da interação com os utilizadores – *learning-by-interacting* (Freeman e Perez, 1988).

1.2. *Lock-in* Tecnológico

Um *lock-in* tecnológico ou “*impasse tecnológico*” (Sousa, 1997) descreve uma situação em que uma dada tecnologia (ou *cluster* de tecnologias) impede a difusão de alternativas, à partida qualitativamente superiores. A questão de “como se origina um *lock-in* tecnológico” tem sido especialmente abordada pelos economistas de tradição evolucionista, onde o conceito de *trajetória tecnológica* assume particular importância e o processo de mudança tecnológica tem uma natureza cumulativa e dinâmica.

Deste modo, apesar do domínio explicativo das transições tecnológicas poder ser desenhado nas mais diferentes feições, de forma geral, segundo Perkins (2003), podem ser apontadas **duas** explicações, que, todavia, tendem a sobrepor-se em muitos aspetos.

1.2.1. *Lock-in* e paradigmas tecnológicos

Uma primeira explicação de *lock-in* centra-se na ideia de que a natureza e direção dos avanços tecnológicos são fortemente condicionadas pelo enquadramento cognitivo dos agentes. Nelson e Winter (Kemp, 1994; Salavisa, 2001) utilizaram o termo de *regimes tecnológicos* e Dosi (1982) refere-se a *paradigmas tecnológicos* para descrever estes quadros, existindo muitos outros modos possíveis de conceptualização. Contudo, de uma maneira geral, essas abordagens apontam para a existência de certas regras, heurísticas ou princípios que definem as fronteiras do pensamento e ação dos membros de uma dada «comunidade»³ tecnológica (Perkins, 2003) e económica (Kemp, 1994), incluindo conjeturas acerca da natureza de um dado problema tecnológico e o seu conjunto possível de soluções.

Uma consequência deste enquadramento mental partilhado é a de que os avanços tecnológicos tendem a estar focados em direções muito específicas, baseadas em ideias, conhecimentos ou conquistas passadas. Por este motivo, é sugerido que as regras ou rotinas cognitivas têm poderosos efeitos de exclusão (Dosi, 1982; Geels, 2004), já que tecnologias que surgem fora de um certo paradigma/regime são raramente exploradas. Consequentemente, a mudança prossegue *incrementalmente* ao longo de determinadas trajetórias, estruturadas de acordo com a lógica dominante da comunidade tecnológica, ao invés de *radicalmente* e de forma *descontínua*.

³ Engenheiros, empresas, institutos tecnológicos, universidades, etc.

1.2.2. *Lock-in* e rendimentos crescentes na adoção

As mudanças nos sistemas tecnológicos podem ocorrer aos mais diferentes níveis, mas em geral são percecionadas utilizando como base o **modelo de *design* dominante**, o qual proporciona a ponte para uma segunda explicação da ocorrência de *lock-in* tecnológico. Segundo este modelo «tudo» começa quando uma *invenção* (ideia, projeto, desenho, etc.) e *inovação* (aplicação comercial da invenção) criam um conjunto de variantes tecnológicas para dar resposta a uma necessidade de mercado. Segue-se um período de incerteza durante o qual as variantes tecnológicas competem entre si através de melhorias incrementais e estratégias de preços e custos. Todo o processo concorrencial termina quando uma das variantes captura uma massa crítica do mercado e se torna o *standard* tecnológico.

De notar que, apesar da utilidade deste modelo na explicação dos processos de «seleção tecnológica», o mesmo, desconsidera totalmente as pesquisas pré-comerciais e fases de desenvolvimento da inovação, focando-se apenas na competitividade entre tecnologias alternativas. Além disso, o surgimento de invenções/inovações ocorre não só por exigências do mercado (*demand-pull*) mas também por via de pressões do lado da oferta (*technology-push*), mera curiosidade científica, de forma **contingente** ou até através de um misto de todos ou alguns dos fatores referidos.

Ao contrário do que nos dizem alguns argumentos económicos de racionalidade perfeita em que os agentes são otimizadores, um resultado controverso da teoria acima exposta é a de sugerir que uma sociedade pode ficar enclausurada sob um *design* tecnológico inferior (ex.: o triunfo do *layout* Qwerty nas máquinas de escrever sobre o formato Dvorak; ou do *standard* VHS para cassetes de vídeo que conquistou o mercado em detrimento do *standard* Betamax). Esta situação pode ser justificada pela incerteza e ignorância relativamente à qualidade e características que caracterizam as fases iniciais de escolha de uma dada tecnologia, mas não só. Segundo Arthur (Sousa, 1997), uma tecnologia não é escolhida por ser a mais eficiente mas torna-se a mais eficiente por ter sido escolhida, devido à existência de rendimentos crescentes na adoção.

Os **rendimentos crescentes na adoção** são muito importantes nas fases iniciais de concorrência entre tecnologias onde um *feedback* positivo, por mais pequeno que seja, pode dar a uma tecnologia, com o *timing* certo ou condições históricas favoráveis, vantagens que assegurarão o domínio de mercado (Arthur ap. Kemp, 1994). De facto, tecnologias que

falham em adquirir uma vantagem inicial de adoção tendem a acabar *locked-out* ou excluídas do mercado, incapazes de competir com a tecnologia instalada.

Embora possam existir fatores adicionais, podem ser identificadas, com base em Arthur (Kemp, 1994; Sousa, 1997; Unruh, 2000; Foxon, 2002), **quatro principais** causas para a existência de retornos crescentes na adoção e *lock-in* tecnológico:

- 1) **Economias de escala:** observam-se quando os custos unitários de produção decrescem à medida que as quantidades produzidas aumentam e os custos fixos (ou de «montagem») associados a uma dada tecnologia são disseminados por um volume de produção maior;
- 2) **Economias de aprendizagem:** são entendidas como as melhorias em termos de custos e *performance* que ocorrem à medida que, através da repetição e da experiência de mercado, o conhecimento e competências especializadas se acumulam;
- 3) **Expectativas adaptativas:** observam-se quando à medida que aumenta o nível de adoção de uma dada tecnologia no mercado, diminuem-se as incertezas quanto à sua qualidade, *performance* e longevidade, aumentando, assim, a confiança de utilizadores e produtores. As dinâmicas de efeitos de escala e de aprendizagem são altamente reforçadas por este tipo de rendimento crescente;
- 4) **Economias de rede ou efeitos de coordenação:** ocorrem quando se verifica que existem tantos mais benefícios conferidos aos utilizadores de uma dada tecnologia quanto maior for o número de utilizadores dessa tecnologia. Por exemplo, o valor de uma rede social (ex.: Facebook) será tanto maior para um indivíduo quanto maior o número de pessoas conectadas a essa rede, com os quais poderá comunicar.

Dos fatores atrás referidos as **economias de rede** são talvez o fenómeno mais relevante na explicação do *lock-in* tecnológico. A sua importância decorre do facto de as tecnologias, como referido anteriormente, serem mais do que componentes físicos isolados. Elas fazem parte de redes mais vastas constituídas de múltiplas tecnologias interdependentes e infraestruturas de suporte; estas últimas compreendendo, não apenas elementos físicos, mas também relações técnicas, económicas e institucionais, que permitem que as tecnologias existentes funcionem em comunhão e produzam benefícios (ou externalidades positivas) partilhados.

Às **externalidades de rede** se deve a coevolução característica de tecnologias interdependentes relacionadas em *clusters*, embebidas dentro de contextos institucionais e organizacionais particulares (Freeman e Perez, 1988). A um nível macroeconómico, o surgimento deste tipo de *clusters* foi há muito reconhecido como importante na mudança tecnológica, desde académicos como Joseph Schumpeter (1883-1950) a Nikolai Kondratieff (1892-1938), este último identificando ciclos seculares longos de *clusters* tecnológicos históricos, cada um associado a complexos dominantes de infraestruturas, indústrias e produtos (Salavisa, 1991).

Uma importante consequência das interdependências tecnológicas e da existência de rendimentos crescentes na adoção é verificar-se que à medida que uma rede se expande em tamanho também aumenta a sua atratividade para potenciais utilizadores e produtores, aumentando os efeitos de *feedback* positivo e, por inerência, levantando barreiras para a entrada de tecnologias revolucionárias que não fazem parte do *cluster* tecnológico dominante. Estas barreiras sucedem, pois qualquer tentativa de introdução de uma tecnologia não compatível com o sistema vigente (tecnológico e infraestrutural) requer alterações para o resto do sistema tecnológico de forma a prevalecer.

Por sua vez, a mudança pode ser fonte de inércia considerável porque implica grandes custos de transição associados quer à necessidade de substituir os elementos físicos do sistema tecnológico, quer às transformações nas práticas laborais, competências e padrões de comportamento. Por este motivo, empresas, governos e consumidores podem propositadamente resistir à introdução de novas tecnologias. Deste modo, mesmo quando trocar para uma nova tecnologia é lucrativo ou permite alcançar soluções mais eficientes, utilizadores e produtores podem continuar a optar pela tecnologia existente, isto é, por uma tecnologia inferior.

Com inspiração em Unruh (2000), é possível salientar **três** outros importantes efeitos de rede essenciais na criação, coordenação e perpetuação do conhecimento, competências e recursos necessários para a manutenção de um sistema tecnológico, nomeadamente, o *lock-in* industrial, empresarial e institucional, seguidamente apresentados.

1.3. *Lock-in* Industrial: *Standards* e indústrias de suporte

O efeito de ***lock-in* industrial** está ligado às forças de coordenação industriais e inter-industriais, como a criação de *standards* e relações específicas com os fornecedores.

A coevolução de várias indústrias cria redes complexas de recursos interdependentes, coespecializados e complementares, cujo valor e desenvolvimento dependem da escala do sistema tecnológico, exigindo muita coordenação que (só) pode ser obtida através de *standards* codificadores e convenções. Deste modo, a introdução de *standards*, ao reduzir ou eliminar as incertezas que impedem o investimento, tendem a institucionalizar aspetos cruciais para a consolidação de um *design* dominante. Consequentemente, a “*estabilidade é muitas vezes formalizada em standards de compatibilidade*” (Geels, 2004:911), ou seja, os *standards* criados, ora por instituições internacionais (ex.: ISO - International Standards Organization) ora por ação nacional (ex.: IPQ - Instituto Português da Qualidade), uma vez definidos podem tornar-se barreiras em si mesmos para a difusão de tecnologias alternativas.

Uma empresa que pretenda introduzir uma nova tecnologia baseada num novo *standard*, enfrenta grandes barreiras, ou «excessiva inércia», na medida em que, não só será alvo de uma forte concorrência por parte das empresas instaladas, que se opõem à eliminação dos *standards* existentes, mas, como salientado por Farrell e Saloner (Unruh, 2000) também se verifica que enfrentam uma grande incerteza quanto às preferências e potenciais respostas de outras empresas e indústrias de suporte fundamentais à difusão dessa tecnologia. Assim, a menos que os inovadores estejam confiantes de que uma tecnologia se irá tornar dominante e trazer consigo redes de apoio, pode ser considerado demasiado arriscado fazer os investimentos irreversíveis requeridos para colocar no mercado uma nova tecnologia (Unruh, 2000).

1.4. Lock-in Empresarial: Investimento e Financiamento

O **lock-in empresarial** está associado às *competências nucleares*⁴ de uma empresa e aos mecanismos privados disponíveis para o financiamento do desenvolvimento e difusão de sistemas tecnológicos.

Os modelos de *design* dominante apontam para que o *know-how* específico resultante acabe por formar as *competências nucleares* de uma empresa e a sua vantagem competitiva. Consequentemente, essas competências afetam de forma decisiva as estruturas internas da empresa, em particular as estratégias de gestão e investimento tecnológico. O capital de investimento tende a ser dirigido a projetos que permitem reduzir custos e/ou aperfeiçoar

⁴ As competências estratégicas, únicas e distintivas de uma organização que lhe conferem uma vantagem competitiva intrínseca e, por isso, constituem os fatores chave de diferenciação face aos concorrentes.

tecnologias já existentes, levando ao contínuo reinvestimento em competências associadas ao *design* dominante (os quais possuem um impacto duradouro e tendem a ser irreversíveis). Estes investimentos incrementais levam uma empresa a comprometer-se seriamente com uma dada trajetória tecnológica, impedindo o surgimento de outras soluções (Kemp, 1994; Unruh, 2000).

Por sua vez, quando o capital é procurado em instituições externas, estas podem reforçar o *lock-in* através de práticas de empréstimo avessas ao risco. Em geral, as empresas de financiamento preferem conceder empréstimos a companhias com colateral, as quais tendem a ser as adotantes de modelos tecnológicos dominantes. Por isso, o financiamento está mais facilmente disponível para empresas bem-sucedidas pertencentes a uma rede tecnológica existente que, como analisado atrás, focam-se em reinvestimentos no *design* dominante. Por contraste, quando o financiamento se destina ao desenvolvimento de novas tecnologias geralmente provem de capitais de risco ou de programas de pesquisa governamental com condições muito mais rígidas ou custos mais elevados, o que, evidentemente, retrai o investimento em novas tecnologias e reforça o *lock-in*.

1.5. *Lock-in* Institucional

Até este ponto as formas de *lock-in* apresentadas têm sido ao nível tecnológico, industrial e empresarial, mas “*as instituições sociais, formais e informais, podem emergir paralelamente aos sistemas tecnológicos e influenciar a sua evolução de forma decisiva*” (Unruh, 2000:823). Assim, o ***lock-in* institucional** remete-nos para as forças criadas pelas redes de associações privadas e instituições públicas, que se desenvolvem como resposta às necessidades sociais e de mercado criadas com a expansão de um sistema tecnológico.

As **instituições** podem ser definidas como todos os mecanismos sociais construídos pelo Homem no sentido de controlar o funcionamento da sociedade e, por conseguinte, dos indivíduos. Tal inclui meios formais, como as leis, regras económicas e contratos, mas também meios informais, como normas sociais e códigos de conduta (Foxon, 2002). A evolução temporal das instituições e a forma como essa evolução cria catalisadores e barreiras à mudança social, por um lado, e influencia a *performance* económica, por outro, têm despoletado um forte interesse de estudo.

North (Foxton, 2002; Unruh, 2000) argumenta que todos os elementos essenciais para a criação de retornos crescentes para uma dada tecnologia, podem ser igualmente aplicados

às instituições, ou seja, a rede interdependente de uma matriz institucional produz retornos crescentes e uma vez definido o percurso de desenvolvimento a seguir, as externalidades de rede, os processos de aprendizagem das organizações e as expectativas adaptativas da sociedade reforçam esse percurso, dificultando a sua reorientação.

Estes fatores geram *path-dependency* e *lock-in* de instituições particulares como, por exemplo, os enquadramentos legais, o que, segundo Foxon (2002), citando Pierson, ajuda ainda a explicar alguns aspetos que definem o desenvolvimento institucional: **(i)** a importância dos padrões de *timing* e sequência; **(ii)** a possibilidade de um largo alcance de resultados sociais; **(iii)** a possibilidade de grandes consequências resultarem de eventos relativamente pequenos ou contingentes; **(iv)** a quase irreversibilidade dos cursos particulares de ação, depois de introduzidos; **(v)** e (consequentemente) o facto de o desenvolvimento político ser pontuado por momentos críticos, modeladores dos contornos básicos da vida social.

Na medida em que os modernos sistemas tecnológicos estão profundamente embebidos em estruturas institucionais, estes fatores que conduzem ao *lock-in* institucional podem interagir e reforçar os fatores de *lock-in* tecnológico. Assim, há que considerar o papel de cada tipo de instituição, formal e informal.

- **A intervenção pública**

Os Governos podem envolver-se na evolução e seleção de um sistema tecnológico de diversas formas, quer através de políticas fiscais, industriais, de educação, de formação de competências ou de ciência e tecnologia, quer através da provisão de infraestruturas (Kemp, 1994); apresentando inúmeras razões: *segurança nacional* (ex.: internet), *combate a monopólios naturais* (ex.: tomada de posse de sistemas de telecomunicações ou redes elétricas), *segurança pública* (ex.: criação de mecanismos de licenciamento ou de standardização em certas redes tecnológicas), etc. (Unruh, 2000).

No entanto, é preciso clarificar que o apoio de um Governo está, em geral, focado num sistema tecnológico específico e não em suportar uma determinada empresa. Há, evidentemente exceções associadas a certos bens detidos pelo Estado ou situações de proteção a empresas com importância nacional, como verificado, por exemplo, na indústria automóvel japonesa após a 2ª Grande Guerra (Freeman, 1988).

O envolvimento das **instituições públicas** é importante nas questões de *lock-in* tecnológico por dois motivos essenciais. Em primeiro lugar, devido à capacidade das políticas governamentais se sobreporem às forças de mercado. Na evolução de um sistema tecnológico, a interação de políticas governamentais e/ou de estruturas de incentivos, pode remover a incerteza do mercado acerca da trajetória de evolução de uma dada tecnologia e assim favorecer um *design* específico ao qual as empresas têm de se adaptar. Em segundo lugar, pelo facto de, uma vez estabelecidas, as instituições governamentais tenderem a permanecer na sua forma original durante longos períodos de tempo, o que, evidentemente, ajuda a perpetuar determinados sistemas apoiados pelo Estado num dado momento.

- **O papel das associações privadas**

Por seu turno, as **associações privadas**, frequentemente não-comerciais, tendem a surgir quando profissionais e utilizadores a operar dentro de um dado sistema tecnológico em expansão reconhecem interesses e necessidades coletivas que podem ser satisfeitas através da criação de associações técnicas, profissionais ou de aficionados (Granovetter ap. Unruh, 2000). Bons exemplos deste tipo de instituições são as organizações educativas⁵ (ex.: universidades), sindicatos e associações industriais, que emergem para representar os vários profissionais associados a determinado sistema tecnológico e são normalmente muito resistentes à introdução de desafios aos métodos mais ortodoxos, isto é, aos seus interesses e aos investimentos em formação/adaptação já realizados. Existem, no entanto, muitas outras instituições sociais, por vezes mais subtis, que podem ter impacto na formação de expectativas, preferências e atitudes do público em relação a um *design* dominante, por exemplo, os media.

Assim, estas instituições ajudam a criar forças de *lock-in* não mercantis (através da formação de normas e costumes sociais, associações voluntárias e edificação de alianças), que além das suas influências nas expectativas e confiança, podem desenvolver poderosas forças políticas que exercem *lobby* para defesa de um determinado sistema tecnológico (Santana, 2010).

⁵ Também podem ser incluídas nas instituições públicas.

- **Os comportamentos individuais**

De salientar, igualmente, que à medida que a aceitação por um sistema tecnológico aumenta, pode tornar-se uma parte integrante dos hábitos do dia-a-dia, dando origem a **instituições comportamentais** que «socializam» o uso público de uma dada tecnologia. Isto inclui desde as mais simples normas sociais, a costumes e rituais mais complexos (ex.: o automóvel reinventou a urbanização, os hábitos laborais, o lazer, o namoro, etc.).

Como referido por Geels “*a adoção [de novas tecnologias] não é nenhum ato passivo, requer adaptações e inovações no contexto do utilizador*” (2004:902), isto é, as novas tecnologias têm que ser domadas para se ajustarem a rotinas específicas de aplicação, o que envolve todo um trabalho gradual, na maior parte das vezes simbólico, de aprendizagem e internalização cognitiva, onde comportamentos totalmente novos tendem a emergir.

Em suma, a evolução simultânea de instituições e de uma tecnologia pode produzir influências duradouras nas preferências dos indivíduos. Com esta perspetiva, expectativas e preferências coevoluem com um sistema tecnológico dominante, adaptando-se a ele e influenciando-o, de uma forma endogenamente dependente da trajetória seguida.

1.6. Carbon lock-in

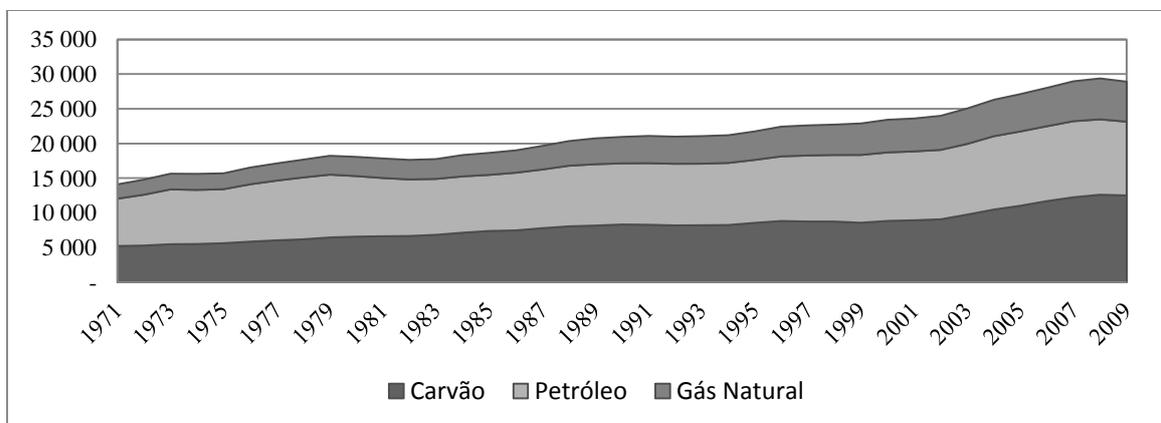
As alterações climáticas induzidas pelo Homem e muitos outros problemas ambientais, estão intimamente relacionados com os padrões de produção e consumo adotados à escala mundial. Estes estão inseridos em complexos sistemas baseados em tecnologias de extração, combustão e consumo final de energia proveniente de combustíveis fósseis, salientando-se os sectores industriais, dos transportes e eletricidade enquanto maiores produtores de gases com efeito de estufa - GEE⁶ (IPCC, 2007).

Considerando a evolução da produção energética mundial (Anexo 1) verifica-se o claro domínio dos combustíveis fósseis como principais fontes de energia, representando a energia renovável apenas uma pequena fração. A produção energética aumentou para cerca do dobro desde 1971, sendo os combustíveis fósseis o maior contribuinte, o que se pode ficar a dever, entre outros fatores, às necessidades energéticas cada vez maiores de alguns países (sobretudo economias emergentes). Uma das consequências desta evolução é o

⁶ Os gases com efeito de estufa referem-se fundamentalmente às emissões para a atmosfera de: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆) (Stern, 2007).

aumento em proporção semelhante das emissões de dióxido de carbono (CO₂) – Figura 1 – e de outros GEE.

Figura 1 – Evolução histórica das emissões mundiais de CO₂ (milhões de toneladas).



Fonte: IEA (2011a).

Dado que a maior fonte de emissões poluentes resulta da queima de combustíveis fósseis, o sector energético e dos transportes foram em 2009 responsáveis por 64% do total de emissões (IEA, 2011a), o que se torna ainda mais problemático quando se considera que existe, como referido anteriormente, uma relação simbiótica entre tecnologia, instituições e fontes energéticas, onde infraestruturas físicas e redes de relações específicas se estendem pelos padrões de consumo e a vida quotidiana.

As alternativas viáveis para a mitigação deste «paradigma energético» incluem a mudança para tecnologias mais eficientes e de menor utilização de combustíveis fósseis e/ou a utilização de fontes alternativas de energia como as energias renováveis (Nakicenovic e Nordhaus, 2001; IPCC, 2011). No entanto, ainda existe uma grande resistência à sua adoção, cujas justificações têm sido amplamente estudadas.

- **Incerteza científica**

Uma **primeira** justificação para a relutância em agir parece assentar na **incerteza científica** quanto ao impacto do Homem sobre o meio ambiente, sobretudo no que toca às alterações climáticas. Esta ambiguidade tem sido usada para satisfazer interesses de diversos grupos, sobretudo da indústria do petróleo, cujo sistema de forças, composto por empresas petrolíferas, fornecedores de equipamentos, países exportadores de petróleo, distribuidores, sectores do governo, entre outras organizações favoráveis a esses combustíveis, tenta influenciar e determinar a direção do sector e também da definição das suas tecnologias (Santana, 2010).

Não obstante, grande parte da incerteza já foi ultrapassada, verificando-se que estes impactos têm sido amplamente reconhecidos e em alguns casos comprovados por várias entidades, destacando-se o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), composto por milhares de investigadores internacionais e multidisciplinares que, apoiados pelos governos para reunirem todas as pesquisas relevantes no âmbito ambiental, apontou (desde 1988) para a existência de influências inegáveis da mão humana no clima mundial (*vide* IPCC, 2007; 2011)⁷.

- **Custo das alternativas tecnológicas**

Uma **segunda** abordagem centra-se na questão dos custos de aplicação de tecnologias ambientalmente sustentáveis, assumindo, como referido por Unruh (2000), duas perspetivas contraditórias: *bottom-up* e *top-down*. As abordagens *bottom-up* tendem a identificar diversas tecnologias e práticas de gestão que não requerem a utilização de combustíveis fósseis (ex.: energias renováveis) ou que utilizam esta fonte de energia de forma mais eficiente (ex.: automóveis híbridos), apontando a capacidade de permitirem a redução de emissões poluentes e de custos, ou seja, a possibilidade de gerarem, simultaneamente, ganhos ambientais e económicos. Contudo, os modelos económicos de *top-down*, ao assumirem que a economia funciona de forma eficiente, defendem que estas alternativas tecnológicas não podem trazer ganhos económicos quando considerados todos os custos da sua aplicação. Isto é, consideram que essas tecnologias podem de facto ajudar na mitigação das alterações climáticas e outras consequências ambientais induzidas pelo Homem, mas existe outro tipo de custos que torna a sua adoção/difusão economicamente inviável.

Estas análises de custos são portanto muito complexas e contestadas, estando muitas vezes dependentes dos métodos e estimativas empregados (Azar e Sterner, 1996). Todavia, como referido por Unruh (2000) muitos estudos revelaram ser possível obter em simultâneo ganhos económicos e ambientais com a transição para tecnologias energéticas mais eficientes.

- **Complexo Tecno-institucional**

Debalde, as interpretações anteriores não oferecem respostas suficientes. Não obstante, as ideias anteriormente mencionadas sobre *lock-in* tecnológico e institucional produzem

⁷ Em 2007, esta entidade afirmou que a probabilidade de que as alterações climáticas sejam causadas apenas por processos naturais é menor que 5%.

importantes implicações para o entendimento da inovação e do enquadramento político necessário para o desenvolvimento sustentável. Essas secções prévias partem de abordagens da **economia evolucionária** e da **economia institucional**, respetivamente, focando-se nas fontes individuais de condições de *lock-in* (Tabela 1).

Tabela 1 – Elementos de *Lock-in* tecno-institucional.

Tipo de <i>Lock-in</i>		Fontes de <i>Lock-in</i>
Tecnológico		Paradigmas tecnológicos, rendimentos crescentes na adoção, <i>design</i> dominante
Industrial		<i>Standards</i> industriais, interdependências tecnológicas, redes de indústrias de suporte
Empresarial		Rotinas, competências nucleares, heurísticas de investimento e financiamento
Institucional	Intervenção Pública	Políticas de intervenção governamental, enquadramentos legais, entidades educacionais públicas
	Associações Privadas	Associações técnicas e profissionais, entidades educacionais privadas, forças de <i>lobby</i> , interesses conscientes
	Comportamentos individuais	Preferências, expectativas, padrões e hábitos de consumo, sistemas de socialização de tecnologia

Fonte: adaptado de Río e Unruh (2007).

Segundo Könnölä et al. (2004) a economia evolucionária centra-se no papel dos avanços tecnológicos no desenvolvimento económico, e, por seu turno, a economia institucional coloca a ênfase no contexto institucional onde as decisões tecnológicas são realizadas. No entanto, existem óbvios benefícios em integrar as duas abordagens na construção de teorias explicativas dos *lock-in* de sistemas tecnológicos.

Com isso em mente, Unruh (2000; 2002) relaciona a economia evolucionária com a institucional num enquadramento interdisciplinar denominado *Techno-Institutional Complex (TIC)*, ou *complexo tecno-institucional*⁸, introduzido para captar a ideia de que a falha na difusão de tecnologias de baixo carbono ocorre através de interações combinadas entre sistemas tecnológicos e instituições.

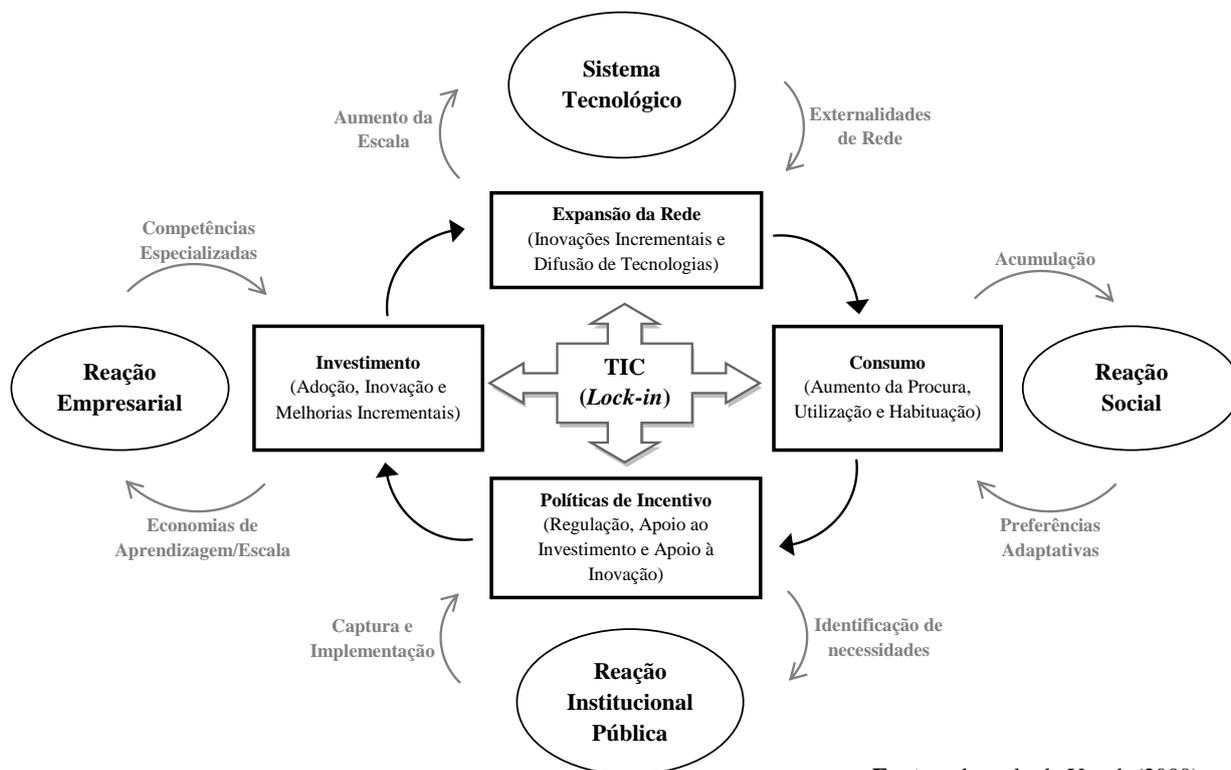
Desta forma, Unruh (2000; 2002) argumenta que as economias industriais estão num estado de **carbon lock-in** derivado dos atuais sistemas energéticos intensivos em combustíveis fósseis que resultaram de um processo de coevolução tecnológica e institucional, dependente do trajeto percorrido e guiado por retornos crescentes à escala (economias de escala, economias de aprendizagem, expectativas adaptativas e economias de rede).

⁸ De notar que um TIC deve ser encarado “*não como uma teoria estabelecida, mas enquanto uma ferramenta para organização da análise política no contexto de grandes sistemas energéticos*” (Unruh e Carrillo-Hermosilla, 2006:1187).

Consequentemente, num sistema desta natureza, o *lock-in* é intensificado pelas externalidades de rede que advêm de relações sistémicas entre tecnologias, infraestruturas, indústrias e utilizadores. Estas externalidades positivas, que agem no sentido de reforçar um *design* dominante, surgem porque ambas as redes, física e informacional, crescem em valor para os seus utilizadores à medida que se tornam maiores e mais interconectadas. Adicionalmente, as instituições evoluem para reforçar os sistemas tecnológicos, quer em termos de regras formais, quer através de constrangimentos informais. Um TIC é, assim, um sistema altamente coevolutivo e autorreferencial onde os seus membros criam regras e práticas para garantir a sua autopropetuação (Könnölä et al., 2004).

Além de todo o ambiente envolvente que inclui as forças de mercado e os incentivos associados aos rendimentos crescentes na adoção, o enquadramento de um TIC envolve **três** elementos fundamentais: o capital físico do sistema tecnológico; as organizações privadas e públicas que constroem e operam o sistema; e as restantes instituições sociais em que o sistema está embebido. A Figura 2 pretende ser uma representação, simples, dessas forças e dos *feedbacks* positivos gerados por elas, sendo de notar que não se aplica a todos os sistemas (algumas forças podem não ser relevantes) e é preciso considerar atentamente as relações não cíclicas e retroativas entre os vários elementos.

Figura 2 – Representação simples das forças motrizes de um TIC.



Fonte: adaptado de Unruh (2000).

Os atuais sistemas de energia e transporte, dependentes das energias fósseis, constituem exemplos de TIC. O caso particular da produção de eletricidade demonstra como fatores institucionais, guiados pelo desejo de satisfazer a crescente procura por eletricidade num quadro legal assente na redução do preço unitário, alimentaram a expansão do atual sistema tecnológico fundado nos combustíveis fósseis.

Apesar de não existir um real ponto de partida, tendo como referência a Figura 2 e admitindo que uma dada tecnologia se tornou dominante, é possível descrever a formação do TIC do sector energético da seguinte forma: à medida que o sistema se expande com o apoio do governo a investimentos nesse sentido, mecanismos de rendimentos crescentes levam à queda dos custos e aumentam a viabilidade e disponibilidade do sistema; o aumento de viabilidade amplia a confiança das empresas em investimentos nesse sistema e a crescente disponibilidade de eletricidade barata encoraja o aumento do seu consumo, ampliando o número de consumidores conectados e aculturados ao sistema; os inovadores em indústrias secundárias começam então um processo inventivo de novas aplicações e tecnologias para ir ao encontro dessa procura; com o mesmo intuito, os reguladores governamentais começam a construir/aprovar o alargar da capacidade produtiva para satisfazer as necessidades maiores, alimentando, assim, um novo ciclo de crescimento. À medida que o novo ciclo prossegue, e a escala de investimento aumenta, as forças institucionais e tecnológicas de *lock-in* solidificam.

Em suma, o *carbon lock-in* é um estado persistente que cria barreiras políticas e de mercado sistémicas para alternativas tecnológicas hipocarbónicas, impossibilitando a transição para um novo paradigma tecnológico «amigo» do ambiente. Não obstante, é importante relembrar que existe todo um outro conjunto de obstáculos à difusão e comercialização de tecnologias ambientalmente sustentáveis que podem não estar diretamente ou exclusivamente relacionadas com o *carbon lock-in*.

1.7. Barreiras à difusão e comercialização de tecnologias hipocarbónicas

A literatura relativa às barreiras de tecnologias hipocarbónicas é ampla e diversa (Painuly, 2001; Beck e Martinot, 2004; Reddy e Painuly, 2004; Foxton, et al., 2004; Ríó e Unruh, 2007; IPCC, 2011), porém, muitas dessas discussões centram-se em tecnologias ou domínios particulares o que torna as generalizações muito problemáticas. Contudo, com base na tipologia sugerida por Brown et al. (2007), onde se procura sintetizar esses

obstáculos, são identificados **cinco** grupos de barreiras⁹: **1)** barreiras de custo-eficácia; **2)** barreiras fiscais; **3)** barreiras legais e de regulação; **4)** barreiras de propriedade intelectual; **5)** e outras barreiras. Cada grupo possui níveis de desagregação (alvo de maior escrutínio em Anexo 2) e importa referir que não pretendem ser mutuamente exclusivos já que estão profundamente inter-relacionados (ex.: as barreiras de custo são função de uma série de custos endógenos à produção de uma dada tecnologia, mas também refletem incertezas fiscais e de regulação). Além disso, cada barreira tem diferentes níveis de intensidade dependendo da tecnologia analisada.

Os **custos tecnológicos** são apontados como a principal barreira para o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono (Río e Unruh, 2007; Brown et al., 2007) dado que, ao limitarem a difusão e expansão do mercado, criam um efeito de reforço negativo que não permite o fomento de economias de escala e de aprendizagem necessárias para reduções de custos, aumentos da competitividade e, conseqüentemente, a difusão tecnológica. O resultado é um ciclo vicioso onde a tecnologia não é adotada porque é cara e é cara porque não é adotada.

Os custos elevados referem-se não apenas a características intrínsecas de aquisição, produção, utilização e manutenção de uma tecnologia, mas também a barreiras relacionadas com riscos técnicos e de mercado, que tornam os custos de investimento e financiamento muito elevados. De forma similar, competências laborais inadequadas e/ou a insuficiência de conhecimentos especializados ao longo da cadeia de produtores e fornecedores funcionam como acréscimos de custo. Outro aspeto agravante relaciona-se com as externalidades, negativas e positivas, que não são contabilizadas, isto é, as empresas não são compensadas pela redução de emissões que proporcionam e os poluidores não pagam os problemas ambientais e sociais que causam. Como consequência os preços das energias fósseis continuam artificialmente baixos e mais energia é consumida do que o que seria socialmente ótimo. Assim, as barreiras de custo-eficácia tornam as tecnologias hipocarbónicas mais caras do que as tecnologias convencionais diminuindo a sua capacidade competitiva e, por inerência, a sua difusão.

⁹ Chama-se a atenção para o facto da análise de barreiras de Brown et al. (2007) se centrar em tecnologias que foram consideradas “aptas para utilização” (o que significa que tecnologias ainda em fases básicas de I&D foram excluídas) e em tecnologias de mitigação de GEE, mais propriamente, tecnologias de redução/eliminação de emissões nas infraestruturas energéticas e cadeias de fornecimento e tecnologias de captura e sequestro de GEE.

As intervenções públicas nos mercados produzem também um vasto conjunto de falhas. Consequentemente, outras barreiras provêm de **políticas fiscais, de regulação e estatutos legais** que confundem os investidores, consumidores, inventores e produtores, colocando as tecnologias «limpas» em desvantagem. Estas políticas são geralmente prejudiciais porque favorecem tecnologias concorrentes e/ou porque possuem falhas na sua configuração (ex.: existência de subterfúgios legais) que colocam em causa um dado resultado favorável. Existe igualmente alguma incerteza quanto à eficácia e consistência de muitas destas políticas, o que pode ficar a dever-se à flutuação/variabilidade de algumas delas (sobretudo as de curto-prazo); à conflituosidade entre políticas regionais, nacionais e supranacionais; às dúvidas quanto aos futuros cenários legais; à falta de códigos e/ou *standards* modernos e obrigatórios; e à existência de regulações e processos administrativos/burocráticos exagerados ou pobremente desenvolvidos.

Possivelmente, a seguir às barreiras de custos, os entraves associadas à intervenção pública são os obstáculos mais relevantes. Obviamente que a escolha de uma opção tecnológica particular deve ser feita de forma descentralizada pelas empresas e consumidores, dado que estas entidades estão numa posição privilegiada para medirem os custos e benefícios individuais de utilizar diferentes tecnologias para objetivos muitíssimo específicos (Kemp, 1994). Contudo, a viabilidade económica de soluções tecnológicas ambientalmente preferíveis depende fortemente das políticas governamentais, na medida em que as suas ações determinam indiretamente quais as tecnologias que serão desenvolvidas e que maior sucesso terão em décadas seguintes. De facto, com ausência de intervenção pública os investimentos seriam abaixo do ótimo social e muitas tecnologias não sobreviveriam no mercado. Deste modo, as autoridades públicas devem tomar decisões conscientes no âmbito de políticas fiscais, de regulação e de fixação de *standards* de forma a não excluírem algumas das opções tecnológicas mais radicais que comportam benefícios ambientais e de bem-estar significativos no longo prazo.

As **leis de propriedade intelectual** estimulam a inovação, o empreendedorismo e a comercialização tecnológica, mas a sua aplicação pode também impedir a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Os custos elevados de patenteação são um impedimento financeiro para investidores e empresas com capital escasso, principalmente as pequenas empresas. Outros obstáculos incluem a manipulação de patentes através de técnicas como o *warehousing* (aquisição da propriedade de uma patente mas nunca desenvolvê-la) que fazem com que as patentes atuem como uma taxa sobre a inovação. A fraca proteção de

patentes a nível internacional, sobretudo nos países menos desenvolvidos, impede igualmente investimentos em projetos internacionais de energia. Finalmente, objetivos organizacionais conflitantes em termos de apropriação fazem com que algumas empresas evitem colaborar com outras entidades, principalmente universidades e laboratórios nacionais, aos quais é atribuída muita dependência governamental e ausência de espírito empresarial (Brown et al., 2007).

Muitos outros fatores adicionais entram o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis, os quais, sendo geralmente parte da cultura e do tecido social, são muito mais difíceis de especificar, medir e ultrapassar. Aqui incluem-se obstáculos resultantes de **informação imperfeita** e dispendiosa relativa à *performance* tecnológica que, em conjunto com outras complexidades na tomada de decisão e benefícios desordenados, representam uma barreira-chave para o atraso na adoção e utilização destas tecnologias. As **limitações infraestruturais** também são características das novas tecnologias que geralmente necessitam de elementos complementares, novos métodos de distribuição, serviços de apoio, cadeias de fornecedores, etc. Por último, também **incentivos incorretamente alocados** provenientes de fenómenos de agente-principal; problemas associados às **estruturas industriais**, como os monopólios naturais ou a fragmentação industrial; a **incerteza política**, especialmente relacionada com estas tecnologias; e a **contestação social**, particularmente de grupos organizados, tendem a dificultar a comercialização e desenvolvimento de soluções ambientalmente sustentáveis.

Em suma, de uma maneira geral, embora de diferentes formas, todas estas barreiras inibem a comercialização e desenvolvimento de tecnologias hipocarbónicas dado que, segundo Brown et al. (2007), criam sistemas de *feedback* positivo que favorecem a clausura (*lock-in*) de tecnologias incumbentes, agravam os riscos da inovação e aumentam os custos de transação associados à mudança (relacionados com a recolha e processamento de informação, desenvolvimento de portfólios de patentes, obtenção de licenças, etc.). Não obstante, como será explorado em próximas secções, essas barreiras, embora difíceis, não são impossíveis de superar.

2 – Capítulo II: Vias para a mudança de paradigma energético

A clausura em sistemas tecnológicos baseados em energia fóssil implica consequências graves para o ambiente que se tornam cada vez mais insustentáveis. Deste modo, o capítulo segundo pretende abordar a questão da mudança no sentido da superação do paradigma energético que domina o planeta, em particular as formas de atingi-la, os contextos que lhe são favoráveis e os agentes que a impulsionam.

2.1. Escapar ao *carbon lock-in*

O *lock-in* que atualmente se verifica em sistemas tecnológicos desenvolveu-se inicialmente num contexto abundante em combustíveis fósseis e de conhecimento e preocupação limitados acerca das consequências de longo-prazo das emissões de gases com efeito de estufa (GEE). No entanto, apesar destes gases serem fundamentais à vida (pois regulam a temperatura do planeta tornando-o habitável), desde o período pré-industrial aumentaram substancialmente em resultado de atividades humanas (Santana, 2010), contribuindo para um processo gradual de aquecimento do planeta que leva ao aumento do nível dos oceanos e submersão de áreas mais baixas, à desertificação e conseqüente morte ou extinção de várias espécies animais e vegetais e ao aumento dos fenómenos extremos - como furacões e ciclones (Silva, 2009). Cabe salientar que as mudanças no meio ambiente também afetam as economias de formas variadas, por exemplo, mudanças na precipitação de chuvas causadas por alterações climáticas afetam a produção alimentar (IPCC, 2007).

Superar estes problemas requer alterações aos sistemas vigentes, mas o estabelecimento de um *Complexo Tecno-institucional* (TIC), ao ajudar a alastrar a utilidade e domínio de um certo sistema tecnológico, dificulta gravemente os processos de transição. No entanto, considerando uma perspetiva histórica longa, verifica-se que em dados momentos certos paradigmas e sistemas tecnológicos tornaram-se obsoletos, sendo substituídos por novos, apesar da existência de forças autossustentáveis envolvidas nos seus desenvolvimentos. De facto, transições energéticas fundamentais já ocorreram no passado com a dominância de tradicionais fontes de energia como a madeira a dar lugar ao carvão e, mais tarde, a maior parte dos países desenvolvidos passaram a depender do petróleo e do gás natural como suas principais fontes de energia. Curiosamente, uma vez que o petróleo e o gás natural têm menor conteúdo de carbono, a alteração histórica de substituição energética é de descarbonização (Perkins, 2003).

Não obstante, segundo Kemp (1994) a transição para sistemas ambientalmente sustentáveis será provavelmente um processo gradual e lento, não só porque os sistemas tecnológicos centrados numa dada tecnologia radical têm em geral períodos extensos de domínio, mas também porque os custos de curto-prazo das novas tecnologias tendem a ser elevados, pois ainda não beneficiaram de efeitos de escala e aprendizagem e uma vez que requerem determinadas competências, infraestruturas e alterações institucionais. Ainda assim, a mudança “*irá certamente ocorrer outra vez nos sistemas energéticos baseados nos combustíveis fósseis*” (Unruh, 2002:318), embora os limites da mudança tecnológica recaiam, em geral, não na ciência e na tecnologia (que tendem a evoluir bastante mais depressa que as instituições de governação), mas antes nas mudanças organizacionais, institucionais e sociais que permitem (ou inibem) a difusão de novas soluções tecnológicas.

Observa-se ainda que, por efeito dos TIC promoverem a sua própria estabilidade, forças internas poderão ser incapazes de conseguir alterá-lo, sendo perceptível que a transição provirá não de dentro mas por forças externas (Unruh, 2000 e 2002; Könnöla et al., 2004; Geels, 2007). Destas destacam-se dois grupos de forças (Unruh, 2002): as **forças tecnológicas**, relacionadas essencialmente com a introdução de tecnologias alternativas aos modelos dominantes; e as **forças institucionais**, associadas às alterações de atitude dos órgãos de mudança. Obviamente que são interdependentes, constatando-se que o progresso de uma provoca e é provocada pelo progresso da outra. Por isso, escapar ao *carbon lock-in*, não pode ser entendido como uma única transição mas sim como uma série de complexas e interconectadas alterações em diversas variáveis. Assim, de forma a compreender melhor o caminho da mudança, a resolução do *carbon lock-in* e o papel das forças mencionadas, importa olhar as possíveis abordagens de mudança, os fatores necessários para um contexto favorável de mudança e os principais agentes que a mobilizam.

2.1.1. Abordagens de transição

Dadas as intrínsecas relações entre sistemas tecnológicos e redes socioinstitucionais, as políticas para a mudança devem procurar eliminar as desutilidades para o ambiente e ao mesmo tempo minimizar a rutura social. Unruh (2002) e Geels (2007) apontam três **abordagens políticas** ou **processos de mudança** possíveis para a alteração de sistemas socio-tecnológicos e, por inerência, para a mitigação das consequências do *carbon lock-in*. Embora estes autores partam de diferentes quadros teóricos, o primeiro à luz dos *Complexos Tecno-institucionais* – políticas end-of-pipe, de continuidade e de

descontinuidade – e o segundo à luz da *perspetiva multinível de inovação*¹⁰ – processos de reprodução, transformação e transição –, sobrepõem-se em muitos aspetos, podendo ser explicados em conjunto da seguinte forma:

- 1) **End-of-pipe (EOP) ou Reprodução:** a primeira solução consiste em não fazer qualquer alteração às infraestruturas do sistema mas mitigar as suas externalidades negativas, o que pode ser conseguido, em geral, adicionando tecnologias de controlo de poluição na fase final dos processos. Deste modo, as regras existentes são simplesmente reproduzidas pelos atores incumbentes procurando-se apenas, através de uma mudança incremental e cumulativa ao longo da trajetória existente, melhorar certos elementos.
- 2) **Continuidade ou Transformação:** se as resoluções EOP não resultarem ou forem insuficientes são procuradas políticas alternativas que consistem na transformação de componentes específicas, deixando, todavia, a arquitetura do sistema quase inalterada. Estas abordagens pretendem a máxima semelhança entre o sistema existente e a nova configuração (continuidade), verificando-se que tal é possível operando dentro dos limites criados pela evolução de tecnologias em regime de *path-dependency* e limitando a mudança a um conjunto seletivo de subcomponentes - inovações incrementais focadas em componentes. Normalmente, estes processos decorrem da reorientação das heurísticas que coordenam as ações dos agentes (ex.: alterações nas agendas de problemas técnicos, nos custos relativos, nas estruturas de incentivos e oportunidades), a qual não é automática pois tende a ser transversal a negociações, lutas de poder e alterações de alianças. De salientar que, em geral, a sobrevivência dos atores dominantes não é ameaçada, os quais tendem a encabeçar o redirecionamento contínuo da trajetória de desenvolvimento do sistema existente, se bem que, em grande medida, motivados por pressões externas.
- 3) **Descontinuidade ou Transição:** a última e mais extrema das políticas será o abandono e substituição de um sistema por completo, ou seja, a transição para uma nova trajetória. Este processo, geralmente associado à introdução de inovações radicais, envolve profundas modificações no sistema (ex.: novas tecnologias, base de

¹⁰ A perspetiva **multinível** ou **multidimensional** desenvolvida por Geels (2004, 2007) foi originalmente concebida para entender as transições e mudança de regimes, onde três dimensões inter-relacionadas são importantes: a) *sistemas sociotécnicos*, ou seja, os elementos tangíveis necessários para satisfazer funções sociais; b) *grupos sociais* que mantêm e redefinem os elementos do sistema sociotécnico; c) *regras* (entendidos como regimes) que orientam as atividades dos grupos sociais.

conhecimentos, infraestruturas, regulações, práticas dos utilizadores, preferências culturais, etc.) sendo acompanhada por uma «destruição criadora» e o colapso de (alguns) atores incumbentes. Uma vez iniciada uma transição descontínua, um novo período de estabilidade dinâmica e reprodução começa.

No contexto de *carbon lock-in* é indispensável identificar qual o processo de mudança mais eficaz. Importa pois lembrar que o problema-chave para a adoção de novas tecnologias é um problema de compatibilidade (Kemp, 1994), pelo que as tecnologias que podem facilmente ser incorporadas nos sistemas de produção existentes e nos hábitos dos consumidores difundir-se-ão mais depressa do que as que requerem uma mudança de regulação, novas infraestruturas, realinhamento do capital, diferentes competências, novas ideias de produção e consumo, etc.

A **EOP** ou **Reprodução** é a política menos destrutiva para o sistema, mas, não só tratar as externalidades do *carbon lock-in* com esta abordagem seria demasiado caro¹¹, como também as respostas científicas ao tratamento deste fenómeno parecem ainda insuficientes (Unruh, 2002). Além disso, é praticamente impossível conjugar objetivos de redução de emissões com os desejos de crescimento das economias em desenvolvimento ou emergentes (Unruh e Carrillo-Hermosilla, 2006), o que, aliado ao facto de se estimar ser necessário um corte substancial de emissões para estabilizar um pouco as concentrações na atmosfera, sugere que as principais iniciativas de redução deverão partir de países já industrializados, por um lado, e que uma redução tão elevada implica abordagens com maiores impactos do que as estratégias EOP, por outro.

Desta forma, embora mais difíceis, as **soluções de descontinuidade** são apontadas como as mais eficazes para resolver os atuais problemas ambientais (Kemp, 1994; Unruh, 2002); por hipótese, uma alternativa ao atual sistema de transportes poderia passar por uma integração dos sistemas públicos de transporte e reestruturação urbana (Nadis e MacKenzie ap. Unruh, 2002). No entanto, quanto maior a mudança, maior a resistência, o que faz com que a **abordagem de continuidade** ofereça a alternativa mais atrativa/realista (Kemp, 1994; Unruh, 2002; Könnölä et al., 2004; Bento, 2010). Assim, ainda no caso dos transportes, as mudanças de continuidade poderão centrar-se em alterações ao motor interno de combustão (ex.: veículos híbridos).

¹¹ Quer no âmbito dos processos básicos de libertação de energia, quer no sentido da captação do carbono libertado.

No entanto, de notar que a escolha política entre a continuidade e a descontinuidade não precisa de ser constringida pela disponibilidade de opções tecnológicas uma vez que muitas tecnologias podem desempenhar um papel em ambas as abordagens. Por exemplo, as tecnologias de energias renováveis (ex.: turbinas eólicas e painéis solares) podem ser consideradas soluções de continuidade quando conectadas aos sistemas elétricos de distribuição, pois servem funções complementares às tecnologias baseadas na energia fóssil, ou encaradas como estratégias de descontinuidade quando pretendem substituir por completo a rede de distribuição elétrica. Importa salientar também que a mudança depende da escala de observação, isto é, pode ser descontínua para determinados produtores de componentes e contínua para o sistema geral. Por exemplo, a substituição dos motores de combustão por sistemas elétricos será uma alteração contínua para os construtores e utilizadores de estradas mas descontínua para os produtores desses motores (Unruh, 2002).

Embora existam ainda alguns céticos quanto à eficácia das abordagens contínuas (*vide* Könnölä, et al., 2004), é de alertar que em todas as mudanças de paradigma ou regime tecnológico, até agora registadas, o novo paradigma emergiu e desenvolveu-se dentro do anterior (*vide* Freeman e Perez, 1988). Isto é, as “*inovações radicais frequentemente combinam o novo com o velho (...), pois tal ajuda o produto a sobreviver à difícil seleção inicial do mercado*” (Kemp, 1994:19) e a estabelecer-se nele. Ou seja, frequentemente, componentes e produtos existentes são «incorporados em» ou «combinados com» as novas tecnologias, observando-se que apenas em alguns aspetos constituem um corte radical com o passado. Tal sugere que a acumulação de processos contínuos pode muito bem representar, se bem que de forma mais gradual, um processo de mudança descontínuo.

A possibilidade de qualquer uma destas políticas depende dos constringimentos do *lock-in* tecno-institucional, mas também da existência de fatores favoráveis para um processo de transição, os quais serão abordados de seguida.

2.1.2. O contexto de mudança

Segundo Geels (2004), quer a estabilidade, quer a mudança dos sistemas sociotécnicos são o resultado das ações e interações de múltiplos grupos, as quais podem conduzir a desajustes e falta de sincronia, sobretudo quando as atividades dos diferentes grupos e resultantes trajetórias vão em sentidos divergentes. Essas tensões ou desalinhamentos são, segundo o autor, a força motriz para um processo de transformação.

Outro aspeto a considerar, como visto em secções anteriores, é o papel fulcral que as instituições desempenham na afetação de grandes sistemas tecnológicos, pelo que, para a introdução de pressões/oportunidades para a alteração desses sistemas, um aspeto fundamental é a reformulação das **prioridades institucionais** (Unruh, 2002), o que é frequentemente um processo difícil e lento, sendo uma das principais causas de inércia.

Não obstante, o reconhecimento social, empresarial e governamental para as ineficiências de um sistema tecnológico pode ser uma condição necessária mas insuficiente para superar o *lock-in*, observando-se que para a ação é normalmente imprescindível um *trigger* adicional que motive as mudanças institucionais (Cowan e Hulten, 1996; Unruh, 2000 e 2002; Geels, 2004; Könnöla et al., 2004). Mudanças bruscas como as guerras ou as catástrofes ambientais provocadas por externalidades tecnológicas podem ser consideradas como «**eventos extraordinários**», abrindo janelas de oportunidades para o surgimento de uma inovação que desafia o paradigma dominante (ex.: a descoberta do «buraco de ozono» em 1989 sobre a Antártida catalisou o abandono de CFC). Assim, estes acontecimentos especiais podem eventualmente iniciar a procura, produção e utilização de tecnologias ambientalmente mais sustentáveis, pondo fim à degradação ambiental e ao *carbon lock-in*.

Verifica-se assim, que são incertos os limites e funcionamento dos mecanismos de mudança. No entanto, com base em Kemp (1994), Cowan e Hulten (1996) e Geels (2004), podem ser apontadas algumas razões para a ocorrência de pressões e desalinhamentos num sistema tecnológico, sendo possível considerá-las como eventos extraordinários e/ou alteração de atitudes das instituições:

- **Avanços tecnológicos e novos resultados científicos:** a mudança de sistema tecnológico, sobretudo quando afeto a qualquer forma de *lock-in*, só ocorrerá com o surgimento de avanços de engenharia ou tecnologia material e/ou com o desenvolvimento de novas ideias científicas, dado que, como argumentado anteriormente, avanços tecnológicos e científicos tendem a relacionar-se. A importância destes avanços decorre da necessidade de alternativas tecnológicas aos *designs* dominantes, do facto de por vezes serem necessárias tecnologias complementares às potenciais alternativas e/ou do facto de serem necessárias ferramentas que meçam com maior exatidão as consequências de certas tecnologias (o que é providenciado principalmente pelos resultados científicos);

- **Limites e problemas técnicos:** a existência de problemas técnicos pode despoletar o investimento em novas tecnologias, já que tal deteriora a confiança em tecnologias existentes e altera as expectativas das alternativas. Deste modo, verifica-se que as velhas trajetórias podem atingir limites técnicos quando, por exemplo, deixam de ter viabilidade económica (ex.: custos marginais elevados) ou quando os engenheiros e investigadores encontram anomalias (mesmo que relativamente pequenas) que levam a novos rumos de pesquisa. De notar, porém, que as empresas podem simplesmente ter a noção teórica dos limites do «progresso» e investir em novos rumos;
- **Externalidades negativas e contestação social:** impactos ambientais, riscos para a saúde ou segurança, entre outros aspetos negativos associados a um determinado sistema tecnológico (ou algum dos seus componentes) podem trazer pressões para tornar a mudança um objetivo. Contudo, dado que os atores envolvidos tendem a desconsiderar tais externalidades, para que estas surtam efeitos de transição pode ser necessário o contributo de movimentos de contestação, que levam à incorporação de certas questões no enquadramento institucional (ex.: novas medidas de regulação). Deste modo, para um contexto favorável à mudança, uma reorientação em grande escala das prioridades sociais pode ser necessária, o que ocorre quando um número suficiente de membros de referência da sociedade reconhece ou é convencido de que a expansão continuada de um sistema tecnológico já não é tolerável;
- **Alterações das preferências ou necessidades dos consumidores:** mudanças de gostos (por exemplo, resultantes de uma nova consciência para as externalidades negativas), novas dimensões culturais ou ideológicas, alterações de preços, novas políticas de impostos, etc., podem trazer tensões quando as tecnologias instaladas não conseguem satisfazer por completo as novas preferências, requerendo soluções fundamentalmente diferentes, e, portanto, favorecendo o clima de transformação;
- **Concorrência empresarial:** as lógicas de concorrência estratégica entre empresas podem gerar novos regimes na medida em que as novas tecnologias são muitas vezes estratégias adotadas para conseguir vantagens competitivas, o que se manifesta, por exemplo, através de investimentos em I&D ou o apoio a certos nichos de mercado. Estas lógicas de concorrência, altamente associadas a reações e contrarreações empresariais, quanto mais intensas forem, maior a força que exercem para dar início ou alimentar uma transição de sistema tecnológico;

- **Existência de nichos:** a estratégia mais eficaz para evitar o *lock-in* tecnológico dentro de um TIC e providenciar as sementes da mudança é colocar o foco no desenvolvimento de novas tecnologias em **nichos de mercado**¹² (Kemp, 1994; Unruh, 2002; Geels, 2004 e 2007), onde os seus atributos únicos são valorizados, as limitações iniciais de *performance* não são uma grande desvantagem e existe uma proteção concorrencial relativamente a *designs* dominantes. Os nichos oferecem ainda espaço para processos de aprendizagem (ex.: acerca de especificações técnicas e preferências dos utilizadores), onde é possível desviar-se das regras do sistema existente; eliminar incertezas e assim modificar as perceções dos potenciais adotantes; construir redes sociais que apoiam as «novas» inovações e investimentos no seu desenvolvimento (ex.: cadeias de fornecedores); e, conseqüentemente, criar um contexto favorável à mudança – quer em continuidade, quer em descontinuidade. Ainda assim de notar que esta abordagem tem o problema de só ser eficaz se for dado tempo suficiente para que as condições de mercado amadureçam.
- **Custo crescente dos recursos energéticos dominantes:** o aumento continuado da procura por um dado recurso quando este possui uma natureza não reprodutível acarreta aumentos de preço que, mais tarde ou mais cedo, se tornam insustentáveis e conduzem à procura por novos recursos. Esta situação observa-se na procura mundial por combustíveis fósseis, sobretudo devido ao forte crescimento de economias emergentes como a China ou a Índia, o que, dada a natureza esgotável desses recursos, provoca o elevado crescimento do seu preço. Este fenómeno traduz-se em elevados custos para a maior parte dos países/sectores, sobretudo os mais dependentes desta fonte de energia, com graves implicações socioeconómicas, o que poderá introduzir tensões para o desenvolvimento de novos sistemas tecnológicos¹³.
- **Geoestratégia e segurança energética:** a produção de combustíveis fósseis, principal fonte energética global, está a tornar-se cada vez mais concentrada num grupo restrito de países, muitos deles zonas politicamente instáveis. Por seu turno, as necessidades energéticas estão a aumentar cada vez mais, o que causa grandes assimetrias e problemas

¹² Segundo Geels (2004, 2007) os nichos podem ter a forma de *pequenos mercados* com critérios de seleção específicos ou de *nichos tecnológicos*, os quais são em geral testados através de projetos experimentais. Segundo o mesmo autor, os recursos necessários para o desenvolvimento de nichos são providenciados por subsídios públicos e/ou investimentos privados.

¹³ Por exemplo, segundo Bento (2010), as crescentes incertezas da evolução do preço do petróleo pressionaram os produtores automóveis a diversificar a sua oferta com novas tecnologias menos dependentes deste combustível.

entre países produtores e consumidores, ameaçando a segurança energética. Deste modo, muitos países como os EUA ou a China adotam claramente estratégias que lhes permitam o acesso facilitado às principais reservas mundiais de combustíveis fósseis, já que o seu poder económico e hegemonia mundial dependem delas. No entanto, se os conflitos geoestratégicos parecem exacerbar a importância dos combustíveis fósseis para uma economia, também revelam os problemas oriundos da sua dependência o que poderá estimular a procura por novas fontes energéticas e, assim, potenciar a mudança.

Se alguma destas pressões existir, certas inovações radicais podem apresentar vantagens e surgir em mercados de massa, competindo com tecnologias existentes e, possivelmente, acabando por substituí-las. Estas inovações são depois acompanhadas por alterações também em outros campos, como nas infraestruturas, políticas e nas práticas de utilizadores e, eventualmente, um novo sistema é formado. Mas, uma vez que o que constitui uma dada «crise» ou evento extraordinário é imprevisível¹⁴, a mudança está essencialmente dependente da capacidade de certos agentes em identificar e, em certa medida, proporcionar alguns dos fatores acima descritos.

2.1.3. Agentes de mudança

A mudança é facilitada pela existência de fatores favoráveis embora, efetivamente, a sua formação e o sucesso das suas potencialidades dependa da mobilização daqueles que possuem capacidade para os explorar. Porém, os agentes à partida «privilegiados» para a conversão de um TIC são igualmente os que mais dependem dele e os que em grande medida o perpetuam. Existe uma «visão presa» nos vários atores que coevoluem dentro de um TIC, parecendo difícil conceber uma entidade interna que permita introduzir a mudança. Os atores fora do TIC são, assim, importantes para providenciarem novas alternativas e motivações, elaborando, segundo Könnöla et al. (2004), **três** importantes funções para facilitar a fuga ao *lock-in*, ou seja, a criação de: **(i) opções tecnológicas radicais** que, simultaneamente, satisfazem e moldam as necessidades de mercado e conseguem identificar e corrigir externalidades negativas do sistema vigente; **(ii) mudanças nas redes físicas e sociais** através da exploração eficiente das opções tecnológicas que

¹⁴ Considere-se, por exemplo, o derrame petrolífero no Golfo do México em 2010, que questionou as consequências nefastas da exploração e utilização de petróleo; ou o desastre nuclear de Fukushima, em 2011, que abalou a confiança no desenvolvimento de energia nuclear levando o governo japonês a manter em funcionamento apenas 2 dos 54 reatores nucleares existentes no país e a procurar alternativas energéticas, mas que também impulsionou a introdução de alterações significativas na política de regulação nos EUA e na Alemanha.

requerem a redefinição dos papéis dos vários atores, das estruturas institucionais e das preocupações dominantes dos sistemas tecnológicos; **(iii) visão para a implementação de alternativas tecnológicas**, isto é, um ambiente político e de decisão flexível que permita a construção de uma visão comum orientada para o futuro, perspetivando novas soluções tecnológicas, novas interconexões sistémicas e novos arranjos institucionais, guiando as mudanças físicas e organizacionais necessárias para escapar às condições de *lock-in*.

Na realidade qualquer um dos agentes, internos ou externos, é necessário para a mudança, já que só a modificação em todas as instituições permitirá a total libertação de um dado TIC. Além disso, é comum aos agentes assumirem posições simultaneamente internas e externas ao sistema. Desta maneira, com certeza poderão ser apontados diversos agentes que, com maior ou menor intensidade, dirigem os vários processos de transição. Todavia, considera-se pertinente destacar **quatro** grupos de agentes: os consumidores, o governo, as universidades/laboratórios e as empresas/empreendedores.

- **Consumidores**

A mudança tecnológica e as tendências socioeconómicas coevoluem e interagem. Por isso, os gostos dos consumidores, estilos de vida e hábitos, bem como outros complexos aspetos sociais (o *status*, a aceitação social, grupos de interesse, etc.) são muito importantes na seleção e estímulo a certas tecnologias, sobretudo porque os sistemas tecnológicos servem as necessidades da sociedade e devem, por isso mesmo, moldar-se às suas preferências. De salientar igualmente, a relevância que os consumidores têm para a constituição de massas críticas de contestação que, como visto previamente, podem ser fundamentais para dar início à ação coletiva de mudança.

No entanto, a ação dos consumidores, embora fundamental para a mudança institucional, vê dificultado o seu impacto na mudança tecnológica, isto porque tende a ser influenciada por outros agentes, como as empresas, o governo e os media, e porque existem assimetrias de informação relativamente ao plano tecnológico – alternativas, externalidades, agentes responsáveis, etc. – desvantajosas para os consumidores.

- **Governo**

O governo é também um importante ator na seleção tecnológica através das políticas de ciência e tecnologia (com as quais se envolve na criação de conhecimento); das políticas de

educação e formação de competências (com as quais cria consenso social para a ação ou uma massa crítica de contestação); da provisão de infraestruturas; e das políticas fiscais, industriais e de regulação que afetam os processos económicos de formas muito variadas (Kemp, 1994). As medidas políticas podem, assim, não só estimular a criação de inovações através da aceleração da taxa de inovação, mas também facilitar o reconhecimento da degradação ambiental causada por certos sistemas tecnológicos, ajudando a superar o *lock-in* tecno-institucional e/ou o *lock-out* de tecnologias mais eficientes em termos de recursos.

Segundo Foxton (2002) é possível identificar um leque de instrumentos políticos que podem conduzir às inovações ambientais, os quais podem ser classificados em **três** grandes grupos: **(i)** apoio a I&D básica (por exemplo, criação de redes de inovação e modernização/transformação de infraestruturas de apoio); **(ii)** ajuda ao desenvolvimento de mercados para produtos e processos inovadores (em particular a gestão estratégica de nichos); **(iii)** e incentivos financeiros para o desenvolvimento ou distribuição de tecnologias menos poluidoras (sobretudo subsídios de capital, taxas de crédito, receitas «hipotecadas»/consignadas¹⁵ e subsídios à produção).

Contudo, os governos e agências de regulamentação, tal como as empresas e consumidores, adaptam-se a um regime tecnológico e são ativos na sua perpetuação. Por consequência, constata-se que muitas vezes as políticas apontam para a proteção de velhas práticas, o que é agravado no caso das instituições públicas dado o seu carácter rígido de mudança. Verifica-se, então, que para estas instituições é mais difícil distanciar-se do *lock-in* e agir como forças externas de mudança. Deste modo, como referido por Könnöla et al. (2004), o papel atribuído às autoridades não é corretivo mas coordenativo, devendo promover e facilitar processos no caminho das mudanças estruturais e tecnológicas ao invés de impor um resultado particular, o que é especialmente importante dentro de um TIC onde certas políticas governamentais são parcialmente responsáveis pela inércia.

- **Universidades e laboratórios**

As universidades e laboratórios (públicos e privados), através da produção de conhecimento, desempenham frequentemente um papel importante na geração de inovações radicais originais e estimulam a difusão de certas tecnologias, sobretudo considerando os

¹⁵ A **consignação** ou **hipoteca** envolve dirigir algumas ou todas as receitas de instrumentos estandardizados de política ambiental – taxas, regulação e permissões de troca nos mercados de carbono – para apoiar a inovação ambiental.

spin-offs e as relações que muitos centros de pesquisa estabelecem com entidades empresariais. Além disso, tendem a servir um papel «incubador» dado que, não só produzem uma parte significativa do conhecimento a utilizar no desenvolvimento tecnológico, como podem fornecer os futuros empreendedores que motivarão esse desenvolvimento - professores, investigadores, recém-licenciados, etc. - (Fontes e Coombs, 1995). Por estes motivos, estes institutos podem ser considerados como agentes isolados importantes para o estabelecimento de novos regimes tecnológicos (Kemp, 1994). Não obstante, tendem a ter recursos limitados, não podendo (ou não devendo) apoiar todas as tecnologias promissoras. Além disso, a maior parte das vezes são uma extensão das políticas públicas ou parte integrante da estratégia de uma empresa, o que permite assumir que a ação deste elemento está incluída no âmbito governamental e empresarial.

- **Empresas e empreendedores**

Frequentemente são empresas a operar fora do sistema tecnológico dominante, quer novas empresas no mercado, quer empresas que procuram a diversificação para um novo mercado, que produzem e comercializam novas tecnologias (Kemp, 1994; Unruh, 2000 e 2002; Könnöla et al., 2004). Este fenómeno pode ser justificado por **dois** motivos fundamentais (Kemp, 1994): **(i)** uma inovação radicalmente diferente pode requerer uma base de conhecimento completamente nova, não disponível no sistema dominante; **(ii)** interesses de entidades particulares podem obstruir o desenvolvimento de um paradigma ou sistema tecnológico diferente. Este último fator está intimamente associado não só à grande relutância à mudança das sociedades e instituições públicas, mas também ao facto de as inovações radicais colocarem normalmente em risco o valor das competências das empresas dominantes, pelo que, por esse motivo, tendem a ser rejeitadas ou a verem o seu desenvolvimento propositadamente retardado. “Assim, o incentivo dos produtores incumbentes não é o de inovar mas o de inibir uma nova tecnologia de capturar quota de mercado” (Unruh, 2002:321), assumindo dependerem de forma crítica de conhecimento acumulado, eficiências de custos realizadas, investimentos passados, relações com fornecedores, entre outros fatores de *lock-in* tecno-institucional.

Acrescenta-se ainda que, como argumentado por Unruh (2002) citando Christensen, as inovações tendem a emergir em pequenos segmentos de mercado (nichos) onde os potenciais volumes de vendas são baixos e os riscos elevados. Consequentemente, as empresas dominantes não estão em geral interessadas em investir neles e a sua exploração

fica, portanto, a cargo de empresas de menor dimensão a operar fora ou no limite de um sistema, as quais tendem a estar dotadas de maior espírito empreendedor e otimismo e a possuir um forte dinamismo tecnológico.

De notar que os argumentos de relutância à mudança por parte das empresas incumbentes também se aplicam às empresas modernas, embora atualmente essa resistência pareça ser menor, uma vez que a concorrência tecnológica é cada vez mais importante para a sua sobrevivência (Kemp, 1994). Assim, é comum assistir-se à criação de *spin-offs*, subsidiárias, *joint ventures* e outro tipo de colaborações entre empresas para desenvolverem tecnologias alternativas, o que pode ser visto como uma ação estratégica para anteciparem as mudanças de mercado, mas também, e sobretudo no âmbito do combate ao *carbon lock-in*, para melhorarem a imagem corporativa. De facto, “*para o desenvolvimento de uma trajetória [tecnológica] alternativa é importante que as empresas tradicionais possuidoras de grande poder de mercado, conhecimento especializado e grandes meios financeiros se comprometam no desenvolvimento dessa trajetória*” (Kemp, 1994:16), já que, só através desse empenho pode emergir um processo dinâmico de aprendizagem, resultando num largo advento de melhorias de produtos pós-inovação, inovações complementares e reduções de custos, dando a um novo regime tempo suficiente para substituir o velho.

Por sua vez, o surgimento destas empresas inovadoras (e temerárias) muito deve ao contributo do **empreendedor**. Apesar de não existir uma conceptualização universalmente aceite, numa perspetiva schumpeteriana os empreendedores são agentes de mudanças económicas e sociais ou, numa definição que pretende sintetizar diferentes abordagens contemporâneas, os que reconhecem uma oportunidade para introdução de novos produtos, serviços, processos, mercados ou tecnologias, não percebida por outros, e que procuram reunir os diferentes recursos necessários à sua exploração. Deste modo, os empreendedores devem igualmente ser encarados como indivíduos visionários e inovadores capazes de antecipar e fazer o futuro (Drucker, 1997), sendo-lhes atribuído, em geral, um conjunto específico de características comportamentais que impulsionam as suas ações, como o otimismo, a tolerância ao risco ou a vontade de controlar.

O empreendedor revela-se um elemento fulcral nos processos de mudança no sentido em que a exploração bem-sucedida de uma dada oportunidade transmite a potenciais imitadores um sinal de que pode ser lucrativo entrar no mercado, bem como informação necessária sob as melhores formas de identificar e explorar essa oportunidade (Shane, 2003). Assim, o

empreendedor não só age diretamente na construção de um novo percurso de ação ao identificar o potencial de negócio de uma tecnologia e assumir os riscos iniciais do investimento, como também, ao demonstrar que certa tecnologia pode ser economicamente viável, abre caminho a novos investimentos.

Apesar de ser possível identificar a presença de empreendedores em empresas de maior dimensão, como referido atrás, o espírito empreendedor tende a veicular-se através de empresas de menor dimensão, marginais aos sistemas tecnológicos predominantes. Este fenómeno justifica-se, em parte, pela existência de incerteza e assimetrias de informação que dificultam a criação de novas empresas na mesma escala que as incumbentes. Tal pode ser explicado pelo facto da incerteza e assimetrias dificultarem o acesso ao financiamento limitando o capital dos empresários e, por inerência, impedindo a maioria de realizar grandes investimentos iniciais; e por implicarem riscos que, sendo as pessoas em geral avessas a eles, faz com que a maioria dos empreendedores queira minimizá-los evitando grandes e irreversíveis investimentos e preferindo começar em pequena escala.

Em suma, verifica-se que as empresas, sobretudo pequenas empresas de base tecnológica dotadas de forte espírito empreendedor e dentro de distintas redes de valor relativamente às relacionadas com as empresas incumbentes, são elementos centrais e privilegiados na formulação de trajetos de avanço tecnológico, apresentando, em comparação com outros agentes, maior flexibilidade e impacto nas suas ações. Todavia, importa mencionar que independentemente do agente em causa, a tecnologia apresenta uma evolução mais acelerada do que a que se associa ao conjunto de instituições, formais e informais, que estão inevitavelmente embebidas nas ações desses agentes. Como referido por Williamson (Unruh, 2000), as instituições formais, como as estruturas legais e governamentais, mudam em escalas temporais de décadas, enquanto as instituições informais, como a cultura e as normas sociais, em séculos.

Desta maneira, a inércia nas transformações de instituições e comportamentos individuais, condiciona enormemente a ação e disponibilidade para agir de qualquer ator capaz de desempenhar um papel na construção de um novo paradigma energético. Contudo, essas ações também dependem dos meios tecnológicos e oportunidades de mercado existentes e das estratégias e contextos organizacionais. Deste modo, as restantes secções procuram enquadrar os modelos estratégicos, as oportunidades e os desafios mais relevantes das empresas consideradas como os principais agentes de mudança – as NEBT.

3 – Capítulo III: O papel das Novas Empresas de Base Tecnológica

O presente capítulo pretende analisar em maior detalhe as características e a função estratégica que as novas empresas de base tecnológica podem assumir no desenvolvimento e exploração das soluções tecnológicas hipocarbónicas existentes, considerando os principais desafios e oportunidades que poderão afetar as suas ações.

3.1. Novas Empresas de Base Tecnológica

Os processos de inovação baseados na investigação e o seu aproveitamento comercial constituem um fenómeno relativamente recente, verificando-se que hoje, na denominada sociedade do conhecimento, o desafio para os agentes económicos consiste na perceção de que *“a vitalidade económica da sociedade depende de um fluxo regular de progresso técnico e inovação social que exige uma estreita relação entre investigação, desenvolvimento e a sua aplicação.”* (Alves, 1992:57). Deste modo, entre a década de 80 e 90 do século XX, quando algumas indústrias tradicionais estraram em declínio e começaram a emergir novas indústrias de rápido crescimento apoiadas, sobretudo, no conhecimento e inovação, surge a consciencialização para a importância das Novas Empresas de Base Tecnológica (NEBT).

Existem diferentes abordagens e nomenclaturas¹⁶ utilizadas para a conceptualização de empresas com elevada dinâmica tecnológica (Pereira, 2007), contudo, poder-se-á admitir que as NEBT consistem numa nova geração de empresas produtoras de bens e serviços, geralmente de reduzida dimensão, que estão empenhadas no desenho, desenvolvimento e produção de novos produtos e/ou processos de fabricação inovadores, através da aplicação sistemática de conhecimentos tecnológicos e científicos (Fontes e Coombs, 2001; Machado et al., 2001; Pereira, 2007). Por outras palavras, empresas que baseiam o eixo central da sua estratégia e competitividade no domínio intensivo do conhecimento científico e tecnológico.

Segundo Fontes e Coombs (2001) o papel tecnológico desempenhado pelas NEBT tem-se centrado em duas perspetivas, por um lado, na sua capacidade de rápido crescimento, por outro, na sua dinâmica tecnológica, isto é, a habilidade de *“identificar e desenvolver novas tecnologias com grandes potenciais e a força empreendedora necessária para introduzi-las*

¹⁶ É comum fazer referência a empresas de dinâmica tecnológica acentuada simplesmente como Empresas de Base Tecnológica – EBT – ou PME de base tecnológica, porém tendem a descrever o mesmo grupo de empresas. A escolha por “NEBT” prende-se com o facto de se considerar que espelha com maior exatidão e atualidade as empresas que se pretende estudar.

no mercado”(2001:80). Porém, vários estudos tendem a dissociar as NEBT do rápido crescimento, poucas vezes presente, e a considerar que o seu maior contributo concretiza-se através do impacto que possuem na aquisição, transformação e disseminação de tecnologia em redes de inovação (Delapierre et al., 1998; Fontes, 2003). Deste modo, as NEBT são vistas como intermediárias fundamentais na transferência tecnológica e importantes mobilizadores da mudança, dado que, ao identificarem e explorarem, muitas vezes de forma pioneira, oportunidades tecnológicas que são ignoradas ou negligenciadas pelas empresas dominantes, desafiam-nas a melhorarem a tecnologia existente ou adquirirem novas tecnologias.

Evidentemente que quer empresas grandes quer pequenas, possuem vantagens em termos de inovação, sendo que, nas primeiras, estas estão na intensidade de escala associada aos seus maiores recursos financeiros, tecnológicos e produtivos. Assim, as grandes empresas desempenham um papel muito relevante no desenvolvimento tecnológico, especialmente enquanto incubadoras, o que significa que as NEBT constituem somente um dos elementos que compõem o processo de mudança tecnológica e industrial, dependendo o seu desempenho muitas vezes da presença de outros agentes e das relações que se estabelecem entre e com eles (Fontes e Coombs, 2001). Ainda assim, possuem forças que dificilmente conseguem ser replicadas por empresas de grande dimensão, nomeadamente o dinamismo empreendedor, a flexibilidade interna, a maior propensão ao risco, a rápida capacidade de resposta à mudança e os conhecimentos especializados, o que, em conjunto, contribui para uma elevada eficiência inovadora.

Apresentam ainda algumas características *sui generis* relativamente às empresas tradicionais, como por exemplo a sua origem. Geralmente surgem através de *spin-offs* de organizações já existentes, sendo o caso mais comum o de visarem objetivos de comercialização de conhecimento gerado nas universidades ou instituições de pesquisa do sector público. Embora com motivações diferentes, podem igualmente resultar de «projetos» com origem em empresas já estabelecidas, dado que os incentivos para a exploração de um ativo de conhecimento inalienável tendem a ser superiores numa nova empresa independente do que no contexto de uma empresa de maiores dimensões. De notar que, a maioria destas empresas mantêm laços com as organizações que lhes deram origem e, mesmo não existindo uma «organização-mãe», é frequente utilizarem conhecimentos desenvolvidos numa universidade ou instituto de investigação como parte da sua base inicial de tecnologia (Autio e Yli-Renko, 1998).

Verifica-se igualmente que a maior parte dos clientes das NEBT são grandes empresas já estabelecidas (Licht e Nerlinger, 1998; Autio e Yli-Renko, 1998; Fontes e Coombs, 2001), o que, à luz do mencionado atrás, não só permite admitir que exercem uma importante função de transferência tecnológica entre instituições de pesquisa do sector público e o mercado, mas também devem ser encaradas como um recurso externo de I&D e tecnologia para muitas empresas. Estabelecem assim redes extensas de relações com outras organizações, as quais se podem estender a contextos internacionais permitindo não só a transferência de tecnologia e *know-how* de/para o exterior, como também a melhoria/revalorização das competências nacionais. De notar ainda que, o facto de tenderem a operar na fronteira entre sectores industriais estabelecidos, aplicando as suas competências para satisfazer diferentes clientes em diferentes sectores, podem ter igualmente um papel decisivo na adaptação de tecnologias avançadas às necessidades de indústrias mais tradicionais, acrescentando/criando valor nas suas atividades¹⁷ (Licht e Nerlinger, 1998, Fontes e Coombs, 2001).

Considera-se importante salientar ainda a característica destas empresas possuírem um conjunto de recursos humanos altamente qualificado exercendo, não só uma função importante de absorção de mão-de-obra qualificada e, conseqüentemente, alargando o mercado de emprego em C&T, mas também constituírem uma saída profissional alternativa para os seus fundadores que vêm no empreendedorismo tecnológico uma forma de autoemprego e uma maneira (muitas vezes a única) de valorizarem compensatoriamente os investimentos na sua educação (Fontes, 2003).

Em suma, apesar de na generalidade dos casos poderem não ser veículos diretos para a introdução de novas tecnologias radicais, as NEBT fazem um enorme contributo para a pesquisa, seleção, adaptação e substituição de tecnologia em empresas, centros de pesquisa e países e têm sido encaradas como uma importante fonte de novo emprego e promotoras indispensáveis do desenvolvimento da tecnologia e inovação, do crescimento económico e até da revitalização de regiões periféricas (Fontes e Coombs, 2001). Assim, como argumentado anteriormente, ao estimularem as empresas dominantes a reverem as suas práticas as NEBT podem operar como agentes de mudança capazes de estimular transições

¹⁷ De notar que pode ser difícil e muito arriscado direcionar o negócio para sectores muito tradicionais, pois apresentam geralmente comportamentos conservadores relativamente à novidade, tornando a procura por produtos de base tecnológica demasiado limitada (Fontes e Coombs, 2001; Machado et al., 2001). Assim, as NEBT que conseguem penetrar nichos com utilizadores mais sofisticados têm, em geral, maior sucesso. Este fenómeno pode levantar algumas dúvidas quanto ao papel de «modernização» tecnológica das NEBT em sectores tradicionais.

de paradigmas tecno-institucionais estabelecidos. Portanto, através do seu contributo no desenvolvimento de soluções tecnológicas, estas empresas podem ser a resposta necessária para as transformações estruturais no domínio ambiental.

3.2. Tecnologias Ambientalmente Sustentáveis: desafio e oportunidade

A coevolução entre tecnologia e instituições cria sistemas estáveis que visam satisfazer as necessidades da sociedade. Porém, externalidades negativas associadas a uma dada tecnologia são, em geral, tardiamente descobertas depois de estabelecidas, sendo o atual caso para muitas tecnologias energéticas, de transporte, industriais e agrícolas e a base de muitos dos atuais desafios ambientais (Könnölä et al., 2004). Naturalmente cresce a adoção de comportamentos e políticas de proteção ao meio ambiente e combate ao *carbon lock-in* embora envoltos num paradoxo. Por um lado, observa-se um substancial consenso de que a alteração climática é uma ameaça real (IPCC, 2011). Por outro lado, apesar da existência de tecnologias que conseguem reduzir a intensidade de carbono na economia de forma custo-eficaz, estas parecem não se desenvolver suficientemente depressa (Unruh e Carrillo-Hermosilla, 2006).

Deste modo, parece plausível admitir que a aceleração do aparecimento, desenvolvimento e difusão de Tecnologias Ambientalmente Sustentáveis (TAS), enquanto mecanismos de transformação dos recursos naturais e forças motrizes das vantagens competitivas de mercado, é crucial para o desenvolvimento sustentável e para a resolução dos problemas climáticos, esperando-se que se adaptem às condições locais e promovam a utilização eficiente de recursos, facilitando melhorias nos padrões de vida com o mínimo impacto adverso sobre o ambiente. Existem, todavia, muitas TAS capazes de mitigar os impactos negativos que os atuais sistemas exercem sobre o ambiente, observando-se que são distinguíveis pelos vários estágios de desenvolvimento e difusão em que se encontram e a função que executam.

Nesse sentido, é possível identificar dois grupos fundamentais de tecnologias: as que visam tratar a poluição através da captura, conversão ou sequestro (por exemplo, no subsolo) das emissões de GEE, estando, portanto, associadas a abordagens *end-of-pipe*; e as que visam reduzir ou eliminar as emissões poluentes. Estas últimas relacionam-se com todos os meios empregues para tornar energeticamente eficientes certas infraestruturas e o consumo final de energia (ex.: a adoção de tecnologias poupadoras de energia nos edifícios como

lâmpadas fluorescentes compactas ou a cogeração¹⁸) ou que pretendem substituir e/ou complementar os sistemas de fornecimento energético.

Observa-se que atenuar as emissões de GEE na cadeia de fornecimento de energia implica a utilização de tecnologias altamente sofisticadas que empregam, em geral, fontes de energia alternativas, o que conseqüentemente concede a este grupo de tecnologias impactos mais significativos na transição para uma economia independente dos combustíveis fósseis e, apesar de maiores riscos, oportunidades de negócio mais promissoras. Fontes de energia hipocarbónicas poderão incluir a produção energética a partir de **(i)** reatores nucleares, **(ii)** tecnologias de hidrogénio e **(iii)** tecnologias de energia renovável.

- i) Energia nuclear:** as mais importantes energias não renováveis incluem gás, petróleo e carvão mas também a energia nuclear que depende de urânio, um recurso que, como os elementos anteriores, também é escasso. A energia nuclear é uma fonte significativa de eletricidade sem emissões de GEE mas possui ainda alguns riscos de exploração e problemas relacionados com o tratamento de resíduos de urânio, assumindo assim relevância apenas num grupo restrito de países com centrais nucleares.
- ii) Hidrogénio:** este novo combustível é visto como um possível sucessor para o petróleo nos transportes e tem o potencial de se tornar uma fonte energética alternativa e hipocarbónica atraente para aplicações no sector da energia. Os principais obstáculos ao desenvolvimento do hidrogénio prendem-se com a produção, armazenamento e difusão das células de combustível e a falta de infraestruturas substanciais de distribuição (Bento, 2010).
- iii) Energias renováveis:** existem diferentes definições para energias renováveis (ER), mas, no fundo são semelhantes, podendo-se concluir que existem sobretudo duas interpretações: pode significar um recurso perpétuo sem riscos de escassez; ou dizer respeito a recursos que são explorados de forma sustentável (Virgílio, 2009). A flexibilidade considerável nas possíveis utilizações de fontes de energia renovável (FER) oferece muitas oportunidades e potencialidades ao desenvolvimento sustentável de novas tecnologias (IPCC, 2011). Tipicamente as FER incluem **seis** tipos de energia como descrito na Tabela 2.

¹⁸ A **cogeração** consiste no aproveitamento da energia residual de um processo térmico principal para a produção de energia elétrica. Por exemplo, no caso de alguns processos industriais em que é necessário produzir vapor, a adoção de uma tecnologia de cogeração permite aproveitar o vapor residual para produção de energia elétrica (Teixeira, 2009).

Tabela 2 – Fontes de Energia Renovável.

Tipo de Energia	Descrição
Energia solar	Consiste na luz e calor radiantes do sol que podem ser colhidos como uma fonte de calor ou eletricidade. Em geral pode ser usada de três formas: <u>calor passivo</u> (calor que a terra naturalmente recebe do Sol e é considerado na construção de edifícios como forma de poupar energia), energia solar <u>fotovoltaica</u> (utilização de células solares para converter luz diretamente em eletricidade) e energia <u>solar termal</u> (utilização do calor solar para aquecer água contida em reservatórios apropriados).
Energia eólica	Associada à criação de energia útil, como a eletricidade, através de turbinas eólicas, sendo considerada uma das tecnologias de energia renovável mais promissoras, sobretudo devido à sua eficiência. Existem dois tipos de exploração: <i>onshore</i> , em terra, e <i>offshore</i> , sita em água.
Energia hidráulica	Refere-se à produção de eletricidade utilizando o movimento de grandes massas de água, como um rio ou corrente, que navega por uma turbina e gerador. Em muitos casos a exploração desta força realiza-se através de barragens.
Energia das ondas	Energia que deriva dos movimentos das marés, ondas, correntes oceânicas, bem como de diferenças em salinidade e temperatura. Os oceanos cobrem três quartos da terra e por isso este tipo de energia tem muito potencial.
Energia geotérmica	Diz respeito a energia gerada através de calor armazenado na terra ou da recolha de calor absorvido derivado do subsolo. É usada há séculos para aquecer água e atualmente também para produzir eletricidade.
Bioenergia	Energia que provém de fontes biológicas, como a biomassa, e é usada na produção de calor, eletricidade ou como substituta de combustíveis fósseis usados no sector dos transportes, já que permite a produção de biodiesel e bioetanol. A biomassa permite ainda a produção de biogás que pode ser utilizado para diferentes finalidades (ex.: aquecimento de estufas de produção vegetal).

Fonte: elaboração própria.

Estas soluções em muitos casos representam mais do que apenas a nova geração tecnológica, pois exigirão mudanças paradigmáticas na forma como hoje se produz e utiliza a energia, bem como a aceitação de conceitos completamente novos e transformacionais (Brown et al., 2007). No entanto, é de salientar que todos os sistemas tecnológicos não estão isentos de comportarem problemas nocivos para a sociedade. De facto, quase todas as tecnologias têm algum impacto negativo sobre o ambiente (ex.: a morte de pássaros e morcegos devido às lâminas das turbinas eólicas ou a desflorestação causada pela produção de biocombustíveis), pelo que qualquer nova tecnologia ou regime não deve ser encarado como «a solução» mas sim «uma solução» (Unruh, 2000).

As diferentes taxas de difusão/adoção destas tecnologias podem ser explicadas pela existência de diferenciais custos ou, no caso concreto das FER, disponibilidade de recursos. Contudo, como explorado em secções anteriores, as tecnologias hipocarbónicas têm igualmente que competir com grandes e bem instalados sistemas, tendo frequentemente que se adaptar a anteriores decisões de investimento e políticas pré-estabelecidas. Além disso, as tecnologias incumbentes beneficiaram de efeitos de escala e de aprendizagem no passado, concedendo-lhes custos mais baixos, e são apoiadas por uma ubíqua rede de

infraestruturas. As incompatibilidades com a estrutura existente levantam assim muitos obstáculos para a exploração e difusão de tecnologias de baixo carbono, observando-se o envolvimento de diferentes forças de *lock-in*.

No entanto, o insucesso de novas tecnologias não pode ser justificado unicamente por estas forças. Quando introduzidas, é comum estarem pobremente desenvolvidas em termos de características de *performance* e oferecerem apenas algumas vantagens sobre as tecnologias existentes. De facto, observa-se que no desenvolvimento de tecnologias com capacidades de redução de GEE ou outros possíveis danos ambientais, à medida que a fronteira tecnológica se expande, ocorre o mesmo ao **potencial técnico** - o qual se refere à redução de danos ambientais que poderia ser atingida como resultado da completa penetração de todas as aplicações que são tecnicamente viáveis -; no entanto, estas tecnologias só se propagarão no mercado depois de se tornarem competitivas em termos de custos (e benefícios), isto é, quando adquirirem **potencial económico**.

Verifica-se assim, que atualmente muitas TAS não conseguem penetrar os mercados essencialmente devido ao *gap* existente entre potencial técnico e económico¹⁹. Deste modo, no caso das energias renováveis e mecanismos de captura de carbono, estes ainda são representados por tecnologias emergentes ou subcompetitivas, isto é, tecnologias que ainda não são custo-eficientes face às tradicionais fontes de energia fósseis utilizadas na produção de energia elétrica (Teixeira, 2009). A escolha de uma tecnologia envolve, evidentemente, uma comparação económica, na qual, se não forem considerados outros fatores que modifiquem o equilíbrio da análise, as tecnologias já testadas e extensamente difundidas no mercado são privilegiadas. Como fazem notar Sagar e Zwaan (2005), tal sucede pois existe um efeito positivo das curvas de experiência no rendimento dos investimentos em novas tecnologias, o que, regra geral, torna as tecnologias mais maduras economicamente mais eficientes. Deve ainda recordar-se que, tendo presentes os danos ambientais não internalizados das tecnologias intensivas em carbono, estas, no cenário de *benchmark* económico mais simples onde se comparam apenas custos variáveis de curto-prazo, são claramente beneficiadas apresentando custos artificialmente baixos.

Esta situação é, como referido no capítulo primeiro, uma barreira ao desenvolvimento, produção e comercialização de TAS que ostentam ainda ganhos de experiência inferiores

¹⁹ Para uma explicação mais detalhada de “potencial” tecnológico neste domínio *vide* Verbruggen, et al. (2009).

aos de outras tecnologias e, por isso, custos de instalação e de operação mais elevados. Por consequência, existe uma clara desmotivação para as empresas em investirem nestas tecnologias, constatando-se que a sua afirmação e adoção “*só é possível através de um incentivo explícito que cubra, no mínimo, o diferencial de custo face aos valores de custo mais competitivo*” (Teixeira, 2009:43). Esta é a realidade para a grande maioria das ER.

No entanto, apesar dos constrangimentos que afetam as tecnologias hipocarbónicas estas, além dos importantes benefícios ambientais, representam também oportunidades de desenvolvimento económico, nacional e local, sobretudo pelos fortes contributos para o aumento da competitividade industrial, a melhoria do enquadramento estratégico de inovação e a redução da dependência dos países relativamente à importação de combustíveis fósseis. As tecnologias hipocarbónicas podem ainda criar novos postos de trabalho e negócios inovadores, dado que o desenvolvimento de novas tecnologias exige conhecimento e indústria especializados (Virgílio, 2009).

Por seu turno, o sector do ambiente está fortemente marcado pelas dinâmicas de regulamentação sobre os impactos ambientais da ação humana, verificando-se que a concordância com o Protocolo de Quioto, Rio+20 e outros compromissos internacionais (e nacionais), torna a crescente utilização de tecnologias hipocarbónicas (em particular as FER) não só necessária, pois contribuirá para a satisfação de objetivos globais e legislações correntes, como também atrativa, já que estes protocolos podem no futuro aumentar a dimensão do mercado de tecnologias hipocarbónicas a nível mundial, criando um (novo) sector de exportações com enorme potencial (Río, 2007). A crescente regulamentação neste domínio funciona também como um elemento de sensibilização e educação ambiental que aumenta a pressão da opinião pública para a necessidade de minimização dos impactos ambientais e, conseqüentemente, a pressão para as empresas incorporarem esses mesmos valores. Assim, existe cada vez mais espaço para novas empresas que mobilizam na sua lógica de criação uma orientação para a produção de bens e serviços ambientais.

Importa igualmente salientar uma tendência crescente para a privatização das atividades ambientais públicas tradicionais (IQF, 2006), o que reforça ainda mais a crescente abertura do mercado para iniciativas privadas no domínio da sustentabilidade ambiental. Na Europa, esta tendência é particularmente importante observando-se que as Políticas Comunitárias têm sido determinantes na evolução do sector ambiental não só pela fixação de quadros

normativos para a sua proteção, mas também pela pressão no sentido da liberalização e privatização dos mercados.

Em suma, os fenómenos acima descritos em conjunto com a afirmação cada vez mais forte de um segmento que procura produtos e serviços ambientalmente sustentáveis, fazem emergir um real «mercado do ambiente», tornando as soluções tecnológicas hipocarbónicas uma favorável oportunidade de negócio. Deste modo, embora a disseminação tecnológica sustentável esteja envolta numa miríade de obstáculos, sobretudo de custos e políticos, comporta oportunidades estratégicas atrativas, particularmente para as empresas de base tecnológica que, tal como sucedeu na década de 90 do século passado no âmbito das tecnologias da informação e comunicação, podem encontrar nas TAS um nicho de mercado com sucesso. Não obstante, salienta-se que, para tal, será crucial que as NEBT planeiem estratégias de desenvolvimento específicos, capazes de superar as adversidades e celebrar as possibilidades.

3.3. A estratégia tecnológica das NEBT

A perceção geral do papel das NEBT na economia tende a ser baseada no modelo linear de inovação, contudo, dada a rápida difusão de tecnologias de informação e comunicação que encorajam a especialização flexível e o *networking* entre empresas, pode ser argumentado que o modelo de Schumpeter de inovação linear não se aplica à atual sociedade de informação. Deste modo, indo ao encontro do referido previamente, as NEBT bem-sucedidas tendem a preferir permanecer pequenas, atuando em nichos especializados, ao invés de centrarem as suas preocupações no crescimento.

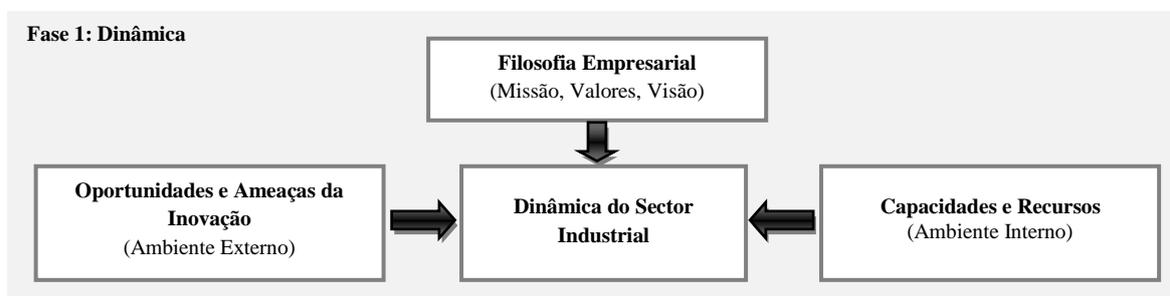
Desta maneira, estas empresas tendem a partilhar algumas características com as PME tradicionais no que toca, por exemplo, à dimensão, número de trabalhadores e algumas barreiras de mercado (ex.: acesso a financiamento), embora, além de maiores gastos em I&D, possuam de uma maneira geral: maior taxa de empregabilidade de mão-de-obra qualificada; crescimento mais elevado do que a média em indústrias de alta tecnologia; maiores hipóteses de sobrevivência; fundadores com maior nível educacional e mais experiência em grandes empresas e centros de pesquisa do mesmo sector (Storey e Tether, 1998). Além disso, apresentam uma estrutura organizacional e orientação estratégica muito particulares, onde a tecnologia e inovação são funções centrais.

Dentro da literatura em torno da gestão, desenvolvimento e inovação existe uma substancial concordância relativamente à necessidade de integrar os domínios tecnológicos no âmbito do planeamento e desenvolvimento estratégico sob perda de recursos e sinergias. No entanto, estratégia e tecnologia são duas escolas de pensamento muito distintas e complexas, sobretudo considerando a natureza incerta do processo tecnológico, o que pode dificultar a conceção de um modelo que descreva com toda a certeza as estratégias tecnológicas das NEBT. Porém, Campos et al. (2009), através de um estudo de seis NEBT de diferentes ramos de alta tecnologia, desenvolveram um modelo que, apesar das limitações (discutidas mais à frente) aponta a existência de **quatro** fases desse processo, aqui adaptadas e explicadas, nomeadamente: **dinâmica, formulação, implementação e avaliação**.

3.3.1. Dinâmica

De maneira a conceber as diferentes estratégias que podem ser adotadas, a empresa deve, em primeiro lugar, ter bem definida a sua filosofia e, em segundo, conhecer a dinâmica do contexto onde opera, isto é, o seu ambiente interno e externo.

Figura 3 – Processo de estratégia tecnológica: dinâmica.



Fonte: adaptado de Campos et al. (2009).

A filosofia empresarial relaciona-se com o espírito empreendedor, a missão, valores e visão que definem e diferenciam a essência de uma empresa e que dão um sentido de identidade aos membros dessa organização. Uma organização para sobreviver e conseguir alcançar o sucesso tem de possuir um sólido conjunto de crenças (Alves, 1992), sendo por isso fundamental que a filosofia da empresa esteja formalmente incorporada nos seus objetivos, atitudes e compromissos.

Por sua vez, a satisfação dos objetivos idealizados exige a correta identificação das forças que afetam a empresa. Por um lado, as NEBT devem conhecer o seu interior, ou seja, o negócio e atividade que as define; os recursos – humanos, financeiros, físicos, intangíveis e

operacionais – e as competências nucleares de que dispõe e que lhes permitem satisfazer o mercado e as exigências da concorrência; a sua cadeia de valor²⁰; e a rede de agentes que lhe estão relacionados – fornecedores, clientes, concorrentes, inovadores complementares, indústrias relacionadas, etc. Por outro lado, as NEBT devem analisar o seu exterior, atendendo às condições económicas e sociais do sistema nacional e internacional e a fenómenos particulares como as descontinuidades tecnológicas, alterações legais, existência de barreiras específicas de exploração, alteração de expectativas dos clientes, entre outros aspetos que poderão ameaçar o seu sucesso ou, pelo contrário, e como discutido no Capítulo II, criar um clima favorável à mudança e uma oportunidade de negócio.

No âmbito da análise ao ambiente externo é crucial para qualquer empresa observar as dinâmicas próprias do sector industrial em que se insere. Desta maneira, à luz do Modelo das Cinco Forças Competitivas de Porter (1980), as NEBT, conscientes das suas forças e fraquezas, devem enquadrar o posicionamento da empresa face aos seus clientes e fornecedores e avaliar a viabilidade atual e futura do seu negócio considerando a concorrência (*vide* Anexo 3 para maior detalhe).

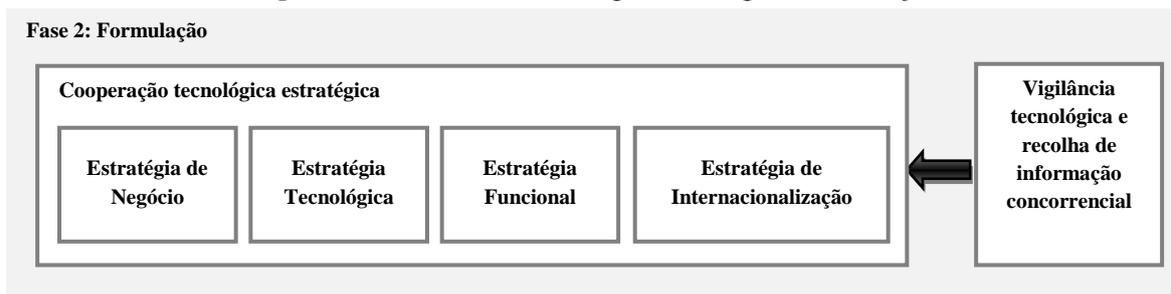
Conhecendo bem o ambiente em que se insere, uma NEBT poderá mais facilmente detetar uma oportunidade/ameaça e agir sobre os ritmos de mudança e incerteza, não só porque terá conhecimento de quais as capacidades necessárias para a explorar/combater essa oportunidade/ameaça, mas também porque saberá as capacidades de possíveis colaboradores-competidores. Só depois, e sempre em conformidade com os objetivos globais, a empresa deverá selecionar o *target* para o qual orientará a sua atividade e com o qual obterá lucros.

3.3.2. Formulação

O passo seguinte será o de **formulação** da(s) estratégia(s) para cumprir os objetivos propostos. Nesta fase Campos et al. (2009) sugerem a consideração de diferentes «segmentos» estratégicos.

²⁰ “(...) sequência de atividades que acrescentam valor ao longo do processo produtivo, desde as obtenção de matérias-primas até à disponibilização do produto ao consumidor” (Ferreira et al., 2010:89).

Figura 4 – Processo de estratégia tecnológica: formulação.



Fonte: adaptado de Campos et al. (2009).

Primeiramente, para solucionar problemas ou necessidades no mercado e estabelecer vantagens competitivas²¹, uma NEBT deve definir a sua **estratégia de negócio**, a qual tende a estar associada a três percursos de ação: (i) *liderança pelos custos*, que pressupõe criar vantagens competitivas pela oferta de produtos e serviços a custos mais baixos do que os concorrentes; (ii) *diferenciação*, que pressupõe a obtenção de vantagens competitivas pela introdução de elemento(s) distintivo(s) nos produtos, serviços, qualidade ou imagem que legitimem preços mais elevados; (iii) *estratégia de enfoque*, isto é, estratégia direcionada para um nicho ou mercado restrito onde se procura obter vantagens competitivas seja pela liderança de custos, seja pela diferenciação (Porter, 1980; Mintzberg e Quimm, 1992). As NEBT tendem a focar a sua atenção neste último tipo de estratégia, isto é, num único produto ou serviço e num único segmento de mercado, dado que se assume como a melhor forma de ultrapassar a incerteza inerente à exploração de uma oportunidade empresarial por dois motivos: (i) para uma nova empresa ter como *target* um nicho de mercado que não está a ser explorado ou totalmente satisfeito por empresas incumbentes é mais eficaz do que enfrentá-las num mercado maior e consolidado; (ii) as novas empresas, em geral, possuem reduzidos fundos para investimento o que as faz optar pela estratégia menos dispendiosa (Shane, 2003).

Dada a elevada relevância da tecnologia neste tipo de empresas, deve ser também estabelecida uma **estratégia tecnológica**, ou seja, a empresa poderá procurar ser a primeira a introduzir um produto (estratégia inovadora), realizando investimentos elevados em I&D, ou seguir a estratégia adotada por outra empresa pioneira, estabelecendo estruturas de I&D que permitam desenvolver projetos de modificação de produtos ou processos já existentes (estratégia de adaptação) ou desenvolvendo esforços que garantam simplesmente a transferência de tecnologia (estratégia de imitação).

²¹ “Vantagem competitiva é uma vantagem sobre as [empresas] rivais, sustentada na oferta de maior valor aos consumidores, quer através de um preço mais baixo, quer através de maiores benefícios e serviços que justifiquem preços superiores” (Ferreira et al., 2010:81).

Depois de definidas as estratégias acima mencionadas a empresa terá que fazer alterações na sua organização e atribuir recursos para as diferentes funções ao longo da sua cadeia de valor, ou seja, definir uma **estratégia funcional**. Um aspeto relevante a ponderar no âmbito desta estratégia é a internalização, ou não, de todas as atividades – fabrico de componentes, *design*, marketing, I&D, distribuição, etc. – principalmente tendo em conta que as empresas poderão não ter todos os ativos necessários e que devem concentrar os seus esforços apenas naquilo em que são realmente boas e melhores que os concorrentes (Ferreira et al., 2010).

A empresa poderá também considerar **estratégias de internacionalização**, como a exportação, licenciamento, alianças estratégicas ou investimento direto, sempre que algumas atividades ou funções da sua cadeia de valor estão (ou poderão estar) noutros países, o que tem como principal benefício a melhor utilização do conhecimento tecnológico e do mercado. Seja para a comercialização de produtos, para a produção mais eficiente e de melhor qualidade ou para o acesso facilitado a importantes centros de inovação e conhecimento, as NEBT podem encontrar nos mercados externos soluções para algumas das limitações dos mercados domésticos.

De forma a desempenhar favoravelmente estas quatro estratégias as NEBT devem ainda servir-se da **cooperação estratégica** com outras organizações, dado que não possuem em geral todos os recursos e capacidades necessários para atuarem sozinhas, sobretudo sobre o espectro tecnológico e de inovação. De facto, essa limitação de recursos pode obrigar as NEBT a procurar estabelecer fusões ou processos de aquisição no sentido de acederem aos meios financeiros necessários para sustentar o seu rápido crescimento e/ou para explorarem o potencial comercial de uma tecnologia antes de se fechar a sua janela de oportunidade (Autio e Yli-Renko, 1998), o que é facilitado (ou mesmo evitado) quando estabelecida uma boa rede de cooperações estratégicas.

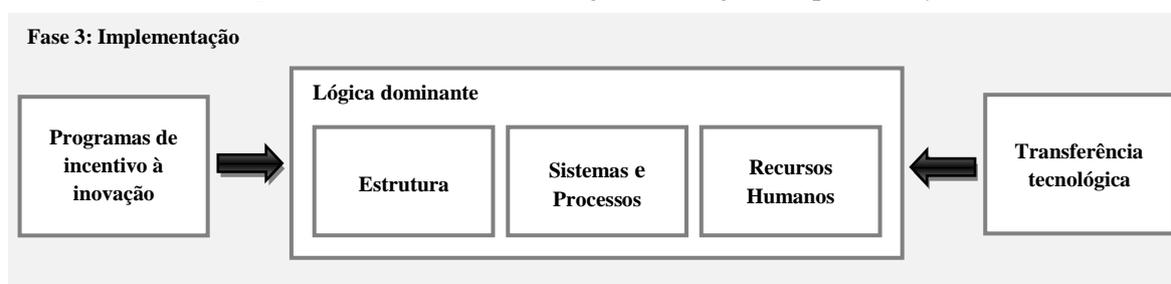
Por último, é igualmente fundamental que a empresa pondere o que ocorre no seu contexto competitivo e as necessidades dos seus clientes, através, por exemplo, de ações de *benchmarking* empresarial, assinatura de publicações oficiais e anuários estatísticos e a troca de experiências técnicas em contextos informais (*after-hours*), o que permite atualizar a informação existente e, dessa forma, os objetivos estratégicos da empresa já que “*uma estratégia só vale pela qualidade das informações sobre as quais se apoia*” (Pümpin, 2000:9). No contexto das NEBT pode pois ser relevante considerar a sua localização (nacional e internacionalmente), já que a proximidade de empresas do mesmo sector, e o

provável surgimento de *clusters* tecnológicos consequentes, potencia e estreita o contacto entre empresas, aumentando a troca de experiências, facilitando o desenvolvimento tecnológico com a minimização de custos de transação (Licht, G. e Nerlinger, 1998).

3.3.3. Implementação

Na terceira etapa, a empresa irá estabelecer uma estrutura organizacional e de gestão que coordenará as suas atividades, bem como sistemas e processos de supervisão dos objetivos e dos fluxos de informação para a tomada de decisões. Esta fase exige ainda a correta coordenação dos recursos humanos cujos conhecimentos e capacidades sustentam as diversas atividades na cadeia de valor.

Figura 5 – Processo de estratégia tecnológica: implementação.



Fonte: adaptado de Campos et al. (2009).

Segundo Alves (1992), as NEBT adotam uma forma de gestão empresarial muito aguerrida e flexível enfatizando o papel da liderança através da informalidade de comunicações internas e dos estímulos à solidificação da cultura de grupo. De um ponto de vista produtivo, tendem a enfatizar redes integradas de processos, orientadas para a coordenação técnico-económica global e marcadas pela flexibilidade nas práticas produtivas, onde é reduzida a importância das economias de escala. Neste sentido, sem a rigidez da produção massiva, possuem maior capacidade para incorporarem rapidamente novas trajetórias na melhoria de produtos e processos gerando elevados níveis de eficiência na fabricação de produtos distintos, modelos diversos e volumes variáveis, bem como conseguindo uma maior adaptação da produção à procura.

A empresa é assim vista como um projeto em permanente mudança, onde o indivíduo desempenha um papel crucial. As NEBT baseiam a sua atividade na exploração de *know-how* tecnológico avançado, observando-se que uma porção considerável desse conhecimento toma a forma de capital humano (Autio e Yli-Renko, 1998). Neste sentido, a qualidade e valor deste recurso deve ser continuamente melhorado através de estratégias

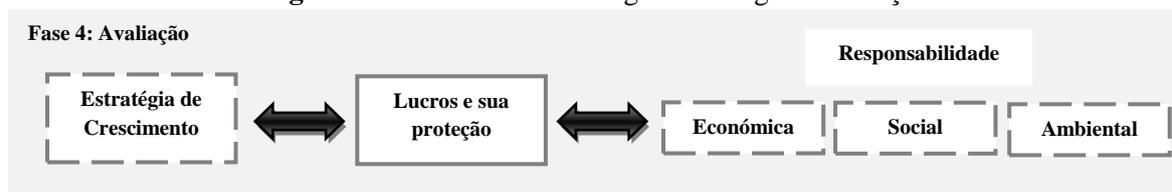
de recursos humanos eficazes, com especial atenção para a criação de um clima favorável à inovação que potencie as capacidades criativas dos trabalhadores, investigadores, engenheiros, etc. e dissipe os obstáculos humanos e institucionais à inovação.

Não obstante, a estrutura, os processos e recursos humanos só funcionarão eficiente e sinergicamente se sob a alçada de uma lógica dominante de gestão, consciente das forças e fraquezas da empresa e capaz de reconhecer, por um lado, as melhores redes de transferência/acesso à tecnologia, quer de um ponto de vista externo, quer de um ponto de vista interno, e, por outro lado, os incentivos à inovação que se podem obter para melhorar qualquer atividade na cadeia de valor (por exemplo, incentivos governamentais).

3.3.4. Avaliação

Na última fase do processo de estratégia tecnológica uma NEBT deve encontrar um mecanismo de proteção de lucros através de uma vantagem competitiva forte e da aplicação de diferentes estratégias nas várias atividades da sua cadeia de valor.

Figura 6 – Processo de estratégia tecnológica: avaliação.



Fonte: adaptado de Campos et al. (2009).

Uma vez que se tratam de empresas onde o conhecimento tecnológico se assume como a maior força competitiva, tende a ser fundamental dificultar a capacidade de outros identificarem as relações causais subjacentes a processos de produção, distribuição ou organização relacionados com a exploração de uma oportunidade. Tal pode ser alcançado através do secretismo sobre informação relativa a uma dada tecnologia ou através da ambiguidade casual, ou seja, manutenção de algum tipo de conhecimento tácito de maneira a impedir que outros entendam a forma de exploração de uma dada oportunidade de negócio (Shane, 2003). No entanto, a maior parte das vezes o secretismo pode ter falhas e/ou as outras empresas podem aprender as competências necessárias para explorar uma tecnologia mesmo quando é necessário possuir um conhecimento tácito concreto. Assim, as NEBT devem procurar erguer barreiras à competição mais sofisticadas de forma a preservarem os seus lucros, de onde se destaca (Shane, 2003):

- **Controlo de recursos:** obter o controlo exclusivo de recursos necessários à exploração de uma atividade, por exemplo, através de contratos a longo-prazo com fornecedores cruciais, a aquisição na totalidade de um recurso limitado ou a formação de certas alianças;
- **Barreiras legais à imitação:** obtenção de um monopólio (embora em geral por um período limitado) nos processos de recombinação de recursos através de uma patente, licença governamental ou um contrato de exclusividade, impedindo legalmente a imitação;
- **Produção em grande escala:** quanto maior a escala de produção, menores as possibilidades económicas para a imitação, pois os imitadores terão estruturas de custo mais altas que os impede de rivalizar em preços;
- **Reputação:** através da publicidade ou outras estratégias de promoção, uma empresa poderá construir uma reputação elevada que torna os consumidores pouco recetivos relativamente a novos entrantes, mesmo que estes consigam explorar a mesma oportunidade de negócio, o que acaba por proteger os lucros da empresa;
- **Inovação:** a introdução contínua de inovações nos métodos de exploração mantem-nos superiores aos introduzidos pela concorrência, criando uma barreira ao desenvolvimento de rivais.

Apesar da proteção de lucros ser em si um objetivo fundamental para a sustentabilidade empresarial, as empresas devem igualmente construir os seus quadros estratégicos face a uma previsão de crescimento (das solicitações, das necessidades e das oportunidades). Assim, embora o modelo não foque nesta fase, pelo menos de forma direta, a formulação de estratégias de crescimento, manutenção ou retração, considera-se importante a formulação de metas baseadas no passado e futuro que averiguem, por exemplo, a necessidade/capacidade para o aumento da diversificação de produtos/serviços; a exploração de novos mercados e clientes; a aquisição de atividades a montante ou jusante; fusão com outras organizações; o alargamento do território de atuação; aumento/*downsizing* de recursos humanos; etc.

O modelo também não abrange a questão da Responsabilidade Social e a *Corporate Governance* que atualmente devem ser encarados como elementos fundamentais para a sustentabilidade empresarial e a preservação de uma vantagem competitiva e dos lucros,

pelo que aqui se sugere considerar essas hipóteses na fase de Avaliação (ou mesmo numa quinta fase – Validação), em particular a responsabilidade ambiental que se poderá demonstrar muito relevante no universo de NEBT que será estudado.

De notar que o processo estratégico das NEBT é cíclico e iterativo, observando-se que em cada fase o «gestor/empresário» poderá reconhecer oportunidades adicionais e fazer ajustes à sua visão inicial (*vide* Anexo 4). Assim, apesar de nenhuma das fases ser independente, pois só decorreram eficazmente quando ponderam e são equacionadas pelas restantes, a sequência do modelo não elimina a possibilidade dos processos de valorização tecnológica e de inovação poderem ter início em qualquer momento, pois as novas ideias com valor não surgem apenas em invenções de novos produtos ou processo produtivos, originando-se também no marketing, na condução dos recursos humanos, na contabilidade, no estabelecimento de colaborações, etc.

Além disso, não é razoável esperar que o modelo seja tão rico como as práticas das empresas dado que simplifica a experiência real. Campos et al. (2009) admitem ainda que este modelo poderá ser melhor aplicável nos primeiros anos de atividade de uma NEBT e que não será totalmente adequado para explicar a estratégia tecnológica no âmbito de inovações radicais, dada a sua incerteza e complexidade. Ainda assim, são identificadas propostas teóricas que, interligadas, constroem um retrato integrador da estratégia tecno-empresarial de uma NEBT, muito úteis para explicar a capacidade estratégica que este tipo de empresas, a atuar no contexto das TAS, podem ter no combate ao *carbon lock-in* e na transição para um novo paradigma tecno-energético.

4 – Capítulo IV: Metodologia e resultados de estudo

A revisão teórica realizada nos capítulos anteriores permitiu identificar a importância que as Novas Empresas de Base Tecnológica (NEBT) assumem no combate ao atual paradigma energético e na mitigação dos impactos que este imprime no ambiente. O presente capítulo pretende enquadrar o contexto português neste domínio apontando, seguidamente, os objetivos deste estudo, a metodologia aplicada e os seus resultados.

4.1. O caso português

Como consequência dos escassos recursos energéticos fósseis endógenos, Portugal é um país com uma significativa dependência de importação de fontes de energia primária²² com origem fóssil. Em 2010, apesar de um decréscimo de perto de 5 pontos percentuais face ao ano anterior, a dependência externa energética do país era de mais de 75%, valor superior à média da UE-27 que foi cerca de 53% (Eurostat, 2012). Deste modo, no sentido de limitar a intensidade e dependência carbónica e contribuir para uma maior diversificação, segurança e sustentabilidade no sector energético, nas últimas décadas o país tem apostado no desenvolvimento de energias renováveis (ER).

Assim, com auxílio do Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) no âmbito dos compromissos europeus (Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho) e, mais recentemente, da nova **Estratégia Nacional para a Energia** (ENE 2020) aprovada na Resolução de Conselho de Ministros n°29/2010, foram assumidas importantes metas para 2020, salientando-se como mais relevantes a redução da dependência energética do exterior para cerca de 74%; a redução em 20% do consumo de energia final; que sejam provenientes de fontes de energia renovável (FER) 31% do consumo final bruto de energia, 60% da eletricidade produzida e 10% do consumo de energia no sector dos transportes rodoviários; e ainda se pretende a consolidação do *cluster* industrial associado às energias renováveis e à eficiência energética, com a criação de postos de trabalho e aumento de exportações (Resolução de Conselho de Ministros n°29, 2010).

Destacam-se ainda as medidas ambiciosas propostas pela ENE 2020 relativamente à potência instalada para cada tipo de FER até 2020 (Anexo 5). Apesar de se registar uma aproximação satisfatória em algumas FER, outras estão ainda muito longe, em particular a

²² Energia primária é a energia contida nos recursos naturais antes de serem submetidos a quaisquer conversões ou transformações pelo Homem. Já a energia secundária, como a eletricidade, é gerada pela conversão de outras fontes de energia (Virgílio, 2009).

energia solar. Segundo previsões do Governo, pretende-se ter também uma potência instalada total de 19 200 MW até 2020 (INE, 2011), o que, tendo em conta a potência instalada de ER em Portugal Continental em 2011 e 2012 e o seu ritmo de crescimento (Anexo 6a), poderá ser plausível.

Em 2010, o consumo de petróleo representou a maior porção do consumo total de energia primária (49,1%) mas as ER alcançaram 23,1% contra os 20% do ano anterior, situando-se acima do consumo de gás (19,7%) e carvão (7,2%) – (DGEG, 2012b). Por sua vez, no mesmo ano, mais de 50% da eletricidade produzida em Portugal foi proveniente de FER, valor que sofreu um decréscimo em 2011 (45%) e 2012 (37%) – Tabela 3.

Tabela 3 – Evolução histórica de produção elétrica a partir de energias renováveis (GWh) em Portugal Continental.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	Jul. 2012*	TCMA
Hídrica	14.240	8.096	15.894	10.053	5.000	11.323	10.351	7.102	8.717	16.249	11.827	6.551	-1,8%
Eólica	239	341	468	787	1.741	2.892	4.007	5.720	7.506	9.078	9.003	9.388	43,7%
Biomassa	1.086	1.208	1.112	1.258	1.350	1.380	1.510	1.527	1.701	2.191	2.357	2.410	8,1%
Resíduos sólidos urbanos	511	518	523	475	545	532	498	441	458	455	486	414	-0,5%
Biogás	2,2	2,5	2,3	14	31	33	55	67	80	97	152	185	52,7%
Fotovoltaica	2	2	3	3	4	4	24	41	160	213	265	313	66,7%
Ondas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Total	16.080	10.167	18.002	12.590	8.671	16.164	16.445	14.898	18.622	28.283	24.090	19.261	4,1%
Produção Bruta + Saldo Imp. (GWh)	45.484	46.652	48.220	50.017	51.729	52.749	52.952	53.558	53.134	54.865	53.109	52.379	-
% de Renováveis (Real)	35%	22%	37%	25%	17%	31%	31%	28%	35%	52%	45%	37%	-

* Ano móvel de julho de 2011 a junho de 2012. A Produção Bruta + Saldo Importador é provisória para 2011 e 2012.

Fonte: adaptado DGEG (2012c).

TCMA – Taxa de Crescimento Média Anual entre 2001 e 2011.

Segundo dados provisórios para 2011 a **energia hídrica e eólica** representaram nesse ano mais de 49% e 37 % da produção de energia elétrica (Anexo 7), tendo cada uma cerca de 51% e 42% da capacidade total instalada em FER (Anexo 6b), respetivamente. Considerando dados de julho de 2012, apesar da potência instalada permanecer, em termos relativos, semelhante, ocorre uma inversão de papéis na produção de energia elétrica, ocupando a eólica 49% e a hídrica 34%. Contudo, estas fontes são muito dependentes das condições climatéricas, motivo pelo qual a energia produzida pode variar enormemente, especialmente a energia hídrica (ex.: entre 2004-2005).

Fruto de uma maior utilização e de um início de utilização em escala não experimental mais cedo, a energia eólica é, das ER, a que maior interesse desperta nas entidades e empresas (saliente-se o aumento, na última década, do seu peso na produção de energia elétrica passando de 1% em 2001 para 49% em julho de 2012 – Anexo 7), sendo a que se encontra

mais próxima de um patamar de competitividade, em custo e em eficiência, face às fontes energéticas convencionais (Teixeira, 2009). Ainda assim, um dos maiores obstáculos à sua produção são os custos da construção de parques eólicos que têm decrescido de forma pouco acentuada em Portugal pois, além do elevado custo dos terrenos onde podem ser construídos, as características desses locais levam à instalação de aerogeradores de grandes dimensões, logo, mais caros (DGEG, 2012a). No entanto, revelam-se oportunidades futuras de exploração deste tipo de energia através da microprodução²³ e da exploração *offshore*.

Por seu turno, a **biomassa** ocupa em 2011 o terceiro maior peso na produção elétrica a partir de FER – 10% – o qual se torna ligeiramente maior (13%) se incluídas nesta medida as restantes variantes de bioenergia, isto é, resíduos sólidos urbanos e biogás (Anexo 7), verificando-se a permanência desta tendência em 2012. No entanto, estes números não revelam o verdadeiro potencial energético deste recurso ainda afetado por inúmeras barreiras como o quase «abandono» da floresta ou a falta de tratamento fiscal adequado. Espera-se no futuro maior desenvolvimento sobretudo pela sua elevada importância na promoção da gestão profissional das florestas nacionais, contribuindo para a redução dos riscos associados a incêndios e para a criação de empregos (Pimenta, 2011). De salientar ainda a importância dos biocombustíveis na redução da dependência energética do sector dos transportes e na satisfação de metas fixadas, verificando-se que os grandes produtores de biodiesel beneficiam, até ao final de 2014, de quotas de reserva de emissão de títulos para o biodiesel produzido e os pequenos produtores dedicados de isenção de ISP, o que provavelmente estimulará a produção neste sector. Existe, todavia, uma série de constrangimentos de cariz não tecnológico, como a escassez de terra disponível para a produção de culturas fonte ou a baixa produtividade agrícola portuguesa, que impossibilitam o maior crescimento dos biocombustíveis.

A **energia solar** possui grande potencial de desenvolvimento futuro dada a abundante radiação solar de Portugal (número médio variável entre 2200 e 3000 horas de sol por ano, só no continente), porém, a abundância de recursos é por si só insuficiente existindo a necessidade de políticas de promoção e dinamização dos respetivos mercados, bem como a redução dos custos destes sistemas que ainda são a principal barreira à disseminação da energia solar (PER, 2012). No que respeita à energia solar fotovoltaica, existe em vigor um

²³ Microprodução, ou microgeração, é uma atividade de pequena escala de produção descentralizada de eletricidade, recorrendo, para tal, a recursos renováveis com base numa só tecnologia, e entregando, contra remuneração, eletricidade à rede pública. Trata-se de um investimento seguro, em que a rentabilidade é garantida por uma tarifa subsidiada e fixada pelo Estado.

sistema de *feed-in* que é em parte responsável pela sua evolução muito positiva, registando a maior taxa de crescimento médio anual entre 2001 e 2011, quer em produção (Tabela 3), quer em capacidade instalada (Anexo 6a). De notar a introdução em 2008 de programas de microprodução que poderão trazer fortes estímulos à produção e consumo de energia solar.

Por seu turno, a **energia geotérmica** é explorada apenas no Arquipélago dos Açores pelas Centrais Geotérmicas da Ribeira Grande e do Pico Vermelho, sendo de salientar que, apesar de Portugal Continental estar dotado de uma costa extensa com um mar de fortes ondulações e possuir uma importante base de conhecimentos técnico-científicos no âmbito da **energia dos oceanos** graças a anos de investigação desenvolvida pelo Instituto Superior Técnico (IST) e o Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) (Pimenta, 2011), a exploração deste tipo de energia está ainda numa fase de testes, justificando-se a ausência de dados de produção. Importa porém referir que segundo um relatório da Ernst&Young (2009), Portugal é o país mais atrativo para o investimento na energia das ondas.

Por último salienta-se, ainda no contexto de energias alternativas, segundo o Portal das Energias Renováveis (2012), que a exploração de **hidrogénio** em Portugal ainda se cinge a projetos de investigação desenvolvidos por laboratórios e universidades, como o Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI), embora exista uma empresa nacional orientada para a produção e comercialização de células de combustível: SRE - Soluções Racionais de Energia. De relembra também que Portugal não produz **energia nuclear** nem existem projetos para que tal se inicie no curto-prazo.

Em suma, apesar de Portugal estar fortemente dependente de energias fósseis, não produzir energia nuclear e encontrar-se fracamente desenvolvido no que concerne à produção de energia com origem no hidrogénio, possui recursos naturais que permitem a exploração bem-sucedida das ER, observando-se um favorável crescimento na última década. Na origem deste desenvolvimento estão com certeza as influências das políticas energéticas da União Europeia, os planos e legislação nacionais e a elaboração de programas específicos para fomentar o aproveitamento das FER. Não obstante, o portfólio de ER português tem de se tornar mais estável, através da diversificação e aumento da capacidade instalada, não só para satisfazer os vários compromissos nacionais e internacionais, mas também para fazer face à concorrência de países tecnologicamente mais avançados ou com custos produtivos mais baixos, que são ainda uma forte ameaça à afirmação da indústria energética nacional.

Verifica-se ainda que o desenvolvimento do sector de ER em Portugal tem dependido em grande medida de taxas de incentivo, garantias de investimento, sistemas de quotas, certificados verdes, regulação *feed-in*, entre outros instrumentos de intervenção pública. O sector público é responsável por cerca de dois terços do total da despesa ambiental (gastos no apoio a infraestruturas ambientais, em FER, em eficiência energética, etc.), incluindo o financiamento canalizado por fontes da UE (OCDE, 2011). De facto, a intervenção pública foi importantíssima para o desenvolvimento deste sector, sem a qual, o mesmo, teria muita dificuldade em sobreviver e competir nos mercados nacionais. Porém, além dos encargos públicos que este fenómeno comporta, estas intervenções, por si próprias, não serão suficientes para mudar o regime tecnológico dado que falham em corresponder a algumas barreiras estruturais não relacionadas com o apoio financeiro (ex. conexão às redes).

Além disso, alguns programas públicos podem necessitar de revisão. Por exemplo, com base nos dados do Sistema de Incentivos Fiscais à Investigação e Desenvolvimento (SIFIDE)²⁴ referentes ao período de 2006-2008, a I&D declarada no sector energético rondou os 20 milhões de euros, ficando bastante atrás de outros sectores como as tecnologias de comunicação, sendo o segundo sector a apresentar o menor número de candidaturas, o que indica um subaproveitamento das potencialidades deste programa por parte das empresas (SIFIDE, 2010). Não obstante, este programa foi renovado em 2010 - SIFIDE II - para vigorar nos períodos de tributação de 2011-2015, destacando-se a majoração de 10% à taxa base para as PME que ainda não completaram dois exercícios e que não beneficiaram da taxa incremental (Lei n.º 64-B, 2011), o que poderá revelar-se um forte estímulo para a inovação nas pequenas empresas, embora não seja possível prever o impacto no sector das ER.

Por estes motivos, um conjunto de instrumentos mais variado e uma intervenção empresarial mais forte parecem ser necessários para superar as diferentes facetas dos problemas de *lock-in* tecnológico em Portugal. Ainda assim, a competitividade-preço das ER tem melhorado nos últimos anos, sobretudo porque também tem aumentado a procura, a qual gera economias de escala e baixa os custos de produção (Virgílio, 2009). Concomitantemente, os investimentos elevados *“já realizados e em perspectiva para este sector e a relevância que as novas tecnologias assumem para o desenvolvimento de alguns dos seus segmentos, criam oportunidades de negócio para novas empresas de base*

²⁴ O SIFIDE é um incentivo sob a forma de dedução direta à coleta de IRC, que permite recuperar até 82,5% do investimento realizado em projetos de I&D.

tecnológica” (Pimenta, 2010:6), tornando importante compreender as barreiras por elas enfrentadas e as estratégias elaboradas como meios de exploração desta indústria.

No entanto, apesar da existência de diversos estudos que abordam as NEBT portuguesas (Alves, 1992; Fontes e Coombs, 1995; Laranja e Fontes, 1998; Fontes e Coombs, 2001; Pimenta, 2011) estes têm-se centrado sobretudo na área das tecnologias de informação e nunca especificamente nas características estratégicas de NEBT nacionais a atuar na comercialização e/ou desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis no domínio das ER. Deste modo, considera-se que este conjunto de empresas revela um grande potencial de estudo ainda por explorar, motivando esta investigação.

4.2. Metodologia

O enquadramento português anterior permite identificar a forte aposta do Governo no desenvolvimento de ER e como este fenómeno pode representar uma oportunidade de negócio para algumas empresas, particularmente as NEBT. Neste sentido, como já referido, esta dissertação pretende analisar as micro, pequenas e médias empresas (PME) a operar no sector das ER em Portugal, sendo o objetivo principal compreender quais as barreiras, designadamente as associadas ao *carbon lock-in*, às suas atividades e de que modo influenciam a sua atuação e configuração. Assim, considera-se necessário caracterizar as NEBT na área das ER em Portugal e identificar, através de estudos de caso, as principais barreiras por elas enfrentadas e os processos estratégicos que adotam.

Desta forma, considerando os objetivos propostos e o facto de ainda existir um conhecimento limitado neste domínio, admite-se que o presente estudo adquire uma natureza exploratório-descritiva, dado que pretende descrever “*um fenómeno ou um conceito relativo a uma população, de maneira a estabelecer as características desta população ou de uma amostra desta*” (Fortin, 1999:163). Deste modo, desejando-se a obtenção de uma visão ampla sobre a questão em estudo, justifica-se a utilização de métodos de cariz exploratório e qualitativo, o que, evidentemente, exerce grande influência na definição da amostra e das etapas de recolha de dados.

4.2.1. Amostra

Partindo do conceito de NEBT apresentado no ponto 3.1, a **população-alvo** deste estudo é representada por empresas a operar em Portugal de reduzida dimensão (i.e. PME)

empenhadas no desenho, desenvolvimento e/ou produção de novos produtos, serviços, e/ou processos de fabricação inovadores na área das ER, através da aplicação sistemática de conhecimentos tecnológicos e científicos. Uma vez que se pretende estudar o processo estratégico destas empresas e as principais barreiras que enfrentam na satisfação dos seus objetivos, considera-se mais apropriado centrar o foco de análise em empresas fora da fase de *start up*, ou seja, que apresentem já alguma estabilidade em termos de crescimento e maior conhecimento do mercado.

A seleção de empresas a inquirir obedeceu assim aos seguintes critérios: **1)** empresas a operar em Portugal; **2)** de pequena ou média dimensão²⁵; **3)** de base tecnológica, atuando na comercialização de tecnologias ou prestação de serviços no domínio das energias renováveis; **4)** com pelo menos três anos de atividade.

Dada a limitação de recursos, foi necessário assumir um quinto critério de delimitação geográfica, já que foi apenas possível abordar empresas sedeadas no distrito de Lisboa ou Setúbal. No entanto, e embora existam outros fatores para além das condições institucionais e infraestruturais que influenciam a localização deste tipo de empresas, parece existir uma maior concentração das mesmas na área de influência de grandes cidades (Licht e Nerlinger, 1998), pelo que considera-se que a adoção deste critério de seleção não inviabiliza a qualidade e prossecução dos objetivos propostos.

Assim, aplicando o critério geográfico foi possível construir uma **amostra inicial** composta por 72 empresas elaborada através de uma base previamente estabelecida pelo centro de estudos DINÂMIA 'CET-IUL no âmbito do projeto TESS²⁶ formada por PME do sector das ER. Após retificação de algumas informações (por exemplo, confirmação da localização e estado de atividade) e validados os restantes critérios de seleção já descritos, obteve-se uma **amostra final** constituída por **51** empresas, das quais, **38** foram contactadas para a realização de uma entrevista, tendo sido obtidas **seis** respostas positivas. No sentido de adicionar um elemento de contraste, foi ainda abordada uma grande empresa, tendo sido,

²⁵ Segundo a Recomendação da Comissão 2003/361/CE, Pequenas e Médias Empresas (PME): i) têm menos de 250 trabalhadores; ii) apresentam um volume de negócios anual que não excede os 50 milhões de euros ou um balanço total anual inferior ou igual a 43 milhões de euros; e cumprem um critério de independência, isto é, que não sejam propriedade, em 25% ou mais, do capital ou dos direitos de voto de uma empresa ou, conjuntamente, de várias empresas que não se enquadram na definição de PME.

²⁶ Transição para um sistema energético ambientalmente sustentável - O papel das empresas intensivas em tecnologia na comercialização das tecnologias energéticas emergentes - financiado pela FCT (PTDC/CS-ECS/113568/2009).

portanto, realizados **sete** estudos de caso. Por questões de confidencialidade, nenhuma empresa será nomeada, tendo-se optado por uma identificação alfabética.

4.2.2. Etapas de recolha de dados

Tratando-se de um estudo descritivo, a técnica de recolha de informação mais adequada, além da análise documental, é a realização de **entrevistas** face-a-face ou por telefone, estruturadas e uniformizadas, isto é, com questões que obedecem a uma sequência pré-definida e que são apresentadas da mesma forma a todos os respondentes. Desta maneira, o procedimento de recolha de dados foi dividido em quatro etapas:

1ª Etapa – escolha e caracterização das PME de base tecnológica a operar na área das ER a contactar/estudar, utilizando a base de dados disponibilizada pelo centro de estudos DINÂMIA’CET-IUL realizada através de pesquisas exploratórias a diversas fontes de informação públicas acessíveis, por exemplo, em *websites* de instituições académicas, de investigação, empresas e órgãos governamentais e também notícias publicadas na imprensa. Tal permitiu, após um processo de novas pesquisas para reforço da informação, a seleção da amostra e a sua caracterização geral (ano de criação, atividade, origem, contactos, etc.).

2ª Etapa – elaboração de um guião estruturado para a realização das entrevistas (Anexo 8). Este guião foi construído tendo como referência os inquéritos utilizados por Pimenta (2011), pelo projeto ENTSOCNET realizado pelo DINÂMIA’CET-IUL com a colaboração do LNEG (Sousa et al., 2011), e inspirado no modelo de estratégia apresentado no ponto 3.3, estando organizado em **quatro** dimensões – Tabela 4.

Tabela 4 – Estrutura e objetivos do guião de entrevista.

Dimensões		Objetivos
1	Dados gerais dos empreendedores	Caracterização pessoal, académica e profissional dos inquiridos.
2	Caracterização da empresa	Confirmar/complementar algumas informações obtidas na 1ª etapa e caracterizar a atividade da empresa, a sua origem, tipo de clientes, volume de negócios, recursos humanos e meios de financiamento.
3	Caracterização estratégica	Identificar as estratégias adotadas por estas empresas em diferentes dimensões: negócio; tecnologia; funcionamento e organização; internacionalização; cooperação e <i>networking</i> ; <i>corporate governance</i> e responsabilidade social empresarial.
4	Estratégia de crescimento e principais obstáculos	Identificação das estratégias planeadas para a sustentabilidade (quer em termos internos, quer em termos externos) bem como as principais barreiras enfrentadas. Por outras palavras, este ponto procura captar as expectativas que estas empresas possuem quanto ao ambiente interno e externo e as principais barreiras que enfrentam, originadas em parte, como identificado nos capítulos anteriores, pela existência de um <i>carbon lock-in</i> .

Fonte: elaboração própria.

3ª Etapa – Contacto com as empresas e realização de entrevistas presenciais ou telefónicas com um dos dirigentes/fundadores de cada empresa (Tabela 5), no sentido de complementar as informações encontradas na 1ª etapa e obter respostas que satisfaçam os objetivos propostos. As entrevistas assemelharam-se a uma conversa guiada com uma série de perguntas estruturadas, isto é, apesar de ter existido um conjunto de perguntas pré-definidas e ordenadas, foram feitas de forma fluida e não rígida. As descrições e explicações foram uniformizadas permitindo identificar padrões comuns entre diferentes respondentes.

Tabela 5 – Empresas alvo de estudo de caso.

	Empresa	Empreendedor	Data da Entrevista	Método
PME	A	CEO e Cofundador	9 de Outubro de 2012	Telefónica
	B	Diretor Técnico	2 de Outubro de 2012	Presencial
	C	Diretor Comercial	1 de Outubro de 2012	Telefónica
	D	Diretos Técnico	5 de Outubro de 2012*	Telefónica
	E	Diretos Geral	27 de Setembro de 2012	Telefónica
	F	Diretor Geral e Cofundador	15 de Outubro de 2012	Presencial
Grande Empresa	Z	Administrador delegado	9 de Outubro de 2012	Telefónica

*Foi efetuada uma entrevista num feriado a pedido do entrevistado.

Fonte: elaboração própria.

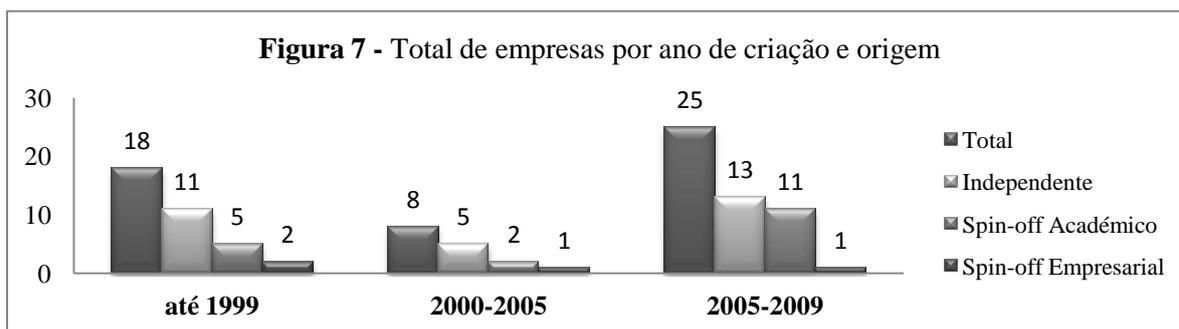
4ª Etapa - imputação em Excel da informação obtida para organização, comparação e análise de resultados, os quais são seguidamente apresentados.

4.3. Resultados do estudo

Como referido, neste estudo foram consideradas PME que desenvolvem produtos, tecnologias ou serviços na área da produção de energia a partir de FER, com pelo menos três anos de atividade e que se encontram sedeadas nos distritos de Lisboa ou Setúbal. Foi possível identificar **51** empresas com estas características que podem ser analisadas considerando **sete** aspetos fundamentais: **localização, ano de criação, origem, número de pessoas ao serviço, volume de negócios, área tecnológica e tipo** de negócio.

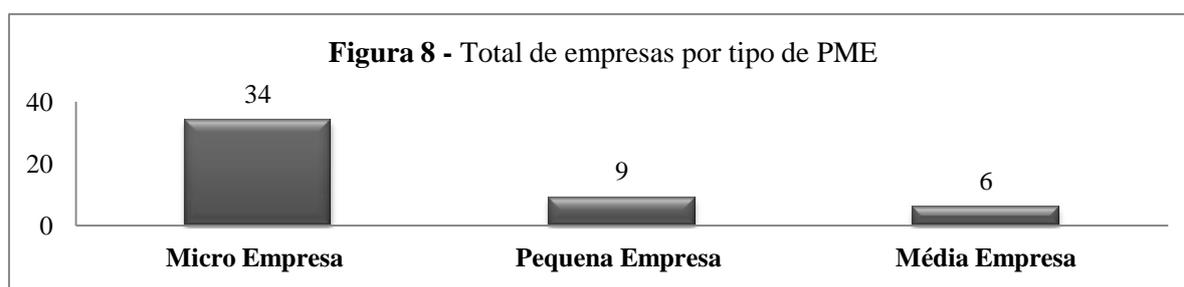
Com cerca de um quarto da amostra localizada em Setúbal (13 empresas) e a restante em Lisboa (38 empresas), verifica-se que as empresas apresentam uma «estrutura etária» jovem dado que quase metade não tem mais de oito anos de atividade (Figura 7), facto que parece ir ao encontro da maior expressão que o sector das energias renováveis tem ganho na última década, fruto de maiores oportunidades decorrentes de políticas de promoção e maior preocupação com a sustentabilidade e dependência energética.

Observa-se igualmente (Figura 7) que 43% tiveram origem em *spin-offs* (35% académicos e 8% empresariais) embora a maioria tenha resultado de forma independente, comportamento que é idêntico para ambos os distritos. Salienta-se também que há uma maior concentração de *spin-offs* universitários nos anos mais recentes o que, indo ao encontro do verificado por Pimenta (2011), poderá ser justificado pela existência nesse período de maiores incentivos à criação de empresas de base tecnológica (essencialmente programas governamentais e concursos de ideias promovidos por universidades e outras entidades privadas).



Fonte: elaboração própria.

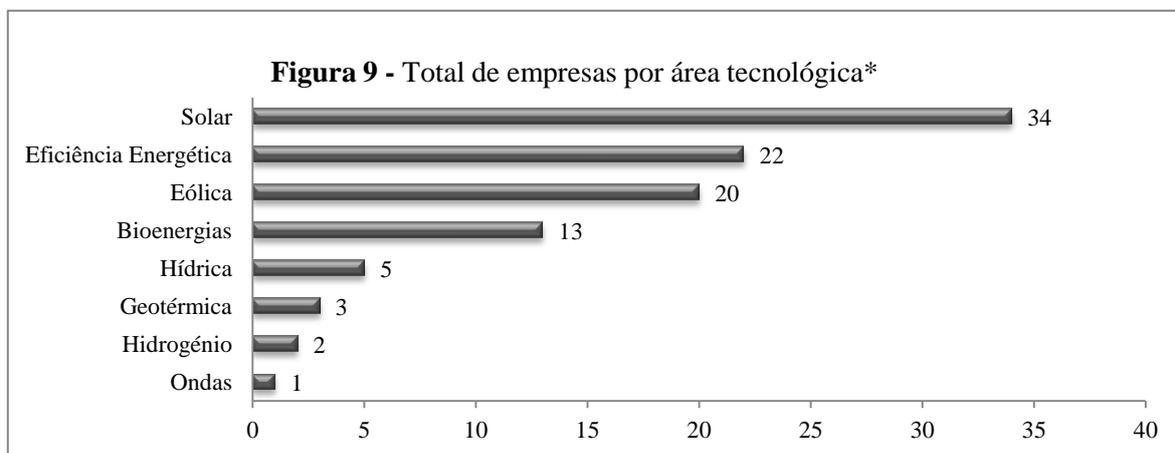
Recorrendo ao INE, reuniu-se informação de 2010 relativa ao número de trabalhadores e volume de negócios por escalão, embora se saliente que não foi possível apurá-la para duas empresas. Ainda assim, constatou-se que em média empregam 16 trabalhadores e apresentam um volume de negócios na ordem dos 2 900 000 euros. Em conjunto, estas duas dimensões permitiram ainda classificar as empresas quanto ao «tipo» de PME (Figura 8), observando-se que a esmagadora maioria corresponde a uma micro empresa – menos de 10 trabalhadores e um volume de negócios inferior a 2 milhões de euros (*vide* Anexo 9 para mais informação sobre critérios de classificação de PME).



Fonte: elaboração própria.

Em termos de área tecnológica, verifica-se que apenas 20 empresas atuam num único segmento do sector das energias renováveis, onde se destaca o domínio da energia solar (8) e eficiência energética (7), seguindo-se as bioenergias (2), hídrica (2) e eólica (1). As restantes 39 atuam em mais do que um domínio, sendo que quase metade combina a

energia solar e a eólica. Considerando o total de empresas por área tecnológica (independentemente de operarem em várias áreas), observa-se uma elevada concentração na energia solar, na eólica e nas bioenergias, verificando-se igualmente que muitas empresas exercem atividades de eficiência energética (Figura 9).

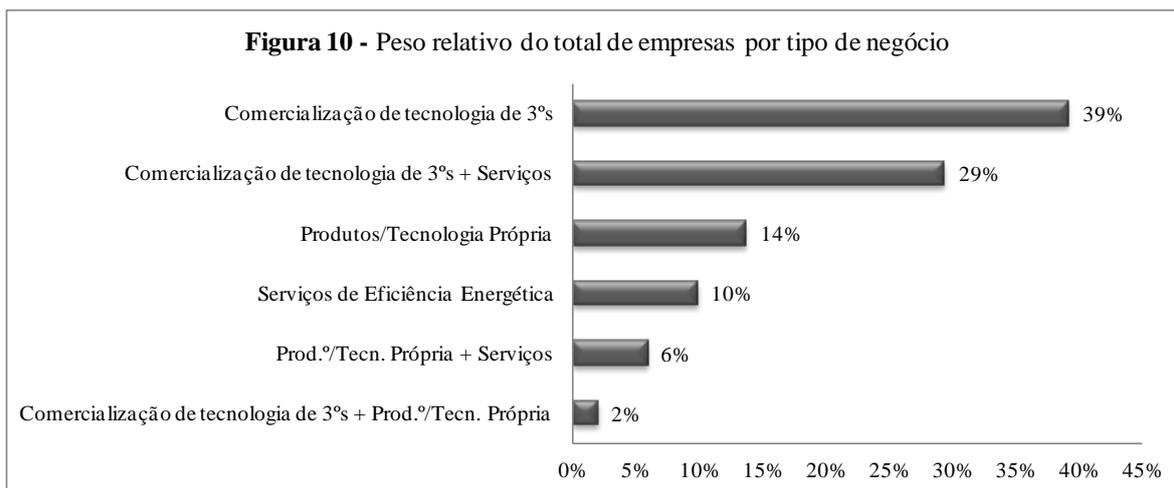


*Uma vez que uma empresa pode atuar em mais do que uma área, os totais podem exceder o número total de empresas da amostra, isto é, 51 empresas.

Fonte: elaboração própria.

Por sua vez, pode-se dividir o tipo de negócio em **três** grandes grupos: **i)** comercialização de produtos/tecnologias²⁷ desenvolvidos pela própria empresa; **ii)** comercialização de produtos/tecnologias²⁷ desenvolvidos por terceiros; e **iii)** serviços de eficiência energética que incluem consultoria, auditoria e certificação energética e oferta de soluções de otimização e eficiência no consumo energético (por exemplo, a microgeração fotovoltaica, eólica e hídrica ou a climatização de edifícios). Neste sentido, averigua-se que 70% das empresas da amostra dedicam-se à comercialização de tecnologias produzidas por outras entidades, sendo que, destas, cerca de 30% fazem-no em simultâneo com a oferta de serviços no âmbito da eficiência energética (Figura 10). De notar que apenas 22% produzem tecnologias próprias (independentemente de terem outras atividades), embora seja necessário salientar que sem um contacto direto torna-se muito difícil garantir que estas empresas não possuam de facto produtos originais, sobretudo do ponto de vista de possíveis componentes que comercializam como complemento a uma tecnologia ou serviço principal.

²⁷ Nos produtos e tecnologias incluem-se sistemas, componentes, equipamentos, métodos ou materiais que têm como objetivo a produção de energia utilizando FER, a armazenagem de energia ou a promoção da eficiência energética.



Fonte: elaboração própria.

No sentido de verificar alguma relação entre a área tecnológica e o tipo de negócio foi analisada a distribuição das empresas considerando as duas dimensões (Anexo 10), observando-se que de uma maneira geral em cada área as empresas focam-se na comercialização de tecnologias de terceiros, havendo uma maior concentração da oferta de serviços nas áreas de eficiência energética e de energia solar. Já a produção própria (como um todo), embora presente em quase todas as áreas, assume sempre o menor peso e verifica-se sobretudo na energia solar, eólica e bioenergia.

Confrontando o tipo de negócio e a origem da empresa, observa-se que as empresas tendem a ter como atividade a comercialização de tecnologias de terceiros independentemente da origem, existindo contudo uma maior concentração de empresas a operar nesse domínio que surgiram de forma independente e um maior número de *spin-offs* com produção própria e na área dos serviços (Anexo 11). Num exercício semelhante, constata-se que as atividades de serviços de eficiência energética, sejam atividade principal ou secundária, são mais frequentes nas empresas mais jovens (Anexo 12), o que poderá ser justificado pelo aumento da procura desse tipo de serviços na última década.

Partindo desta caracterização geral das PME portuguesas a operar no sector das ER, importa observar algumas dessas características para as **seis** PME alvo de estudo de caso bem como para a empresa de maior dimensão. Considerando a Tabela 6, observa-se que todas as empresas são do distrito de Lisboa e, à exceção da empresa de grandes dimensões (**Empresa Z**) nenhuma tem mais de 10 anos de atividade. A maior parte resultou de um *spin-off* (principalmente universitário) e comercializa tecnologias, sobretudo de terceiros, sendo que duas operam exclusivamente no domínio de consultoria para a eficiência energética e projetos no sector de energias. Apenas duas empresas operam num único

segmento das ER, uma delas a **Empresa Z**, verificando-se que são as empresas com mais anos de atividade que possuem maior número de trabalhadores e maior volume de negócios (**Empresa B e Z**).

Tabela 6 – Caracterização geral das empresas estudo de caso.

Empresa	A	B	C	D	E	F	Z
Ano de Criação	2009	2002	2007	2008	2009	2007	1977
Distrito	Lisboa	Lisboa	Lisboa	Lisboa	Lisboa	Lisboa	Lisboa
Origem	<i>Spin-off</i> académico	<i>Spin-off</i> empresarial	<i>Spin-off</i> académico	Independente	<i>Spin-off</i> académico	Independente	Independente
Área Tecnológica	Ondas e Eólicas	Eólica e Biomassa	Eólica, Solar e Biomassa	Bioenergias	Diversas	Diversas	Solar
Tipo de Negócio	Produtos próprios e consultoria	Soluções integradas (produtos de 3ºs + serviços)	Produtos de 3ºs e serviços de eficiência energética	Produtos de 3ºs e engenharia de projeto	Consultoria e I&D sob contrato	Consultoria de gestão ambiental	Produtos próprios e serviços de eficiência energética
Tipo de PME	Micro	Média	Micro	Micro	Micro	Micro	Grande

Fonte: elaboração própria.

Por seu turno, analisando a Tabela 7, conclui-se que os empreendedores entrevistados, todos do sexo masculino, apresentam idades variadas embora a maior parte tenha mais de 35 anos e, como era esperado, todos têm educação superior, sobretudo com formação em engenharia. A maior parte realizava anteriormente funções semelhantes noutras empresas à exceção de dois empreendedores cujas empresas resultaram de *spin-offs* académicos.

Tabela 7 – Caracterização geral dos empreendedores entrevistados.

Empresa	A	B	C	D	E	F	Z
Sexo	Masc.	Masc.	Masc.	Masc.	Masc.	Masc.	Masc.
Idade	23	53	41	32	34	36	46
Formação	Licenciado	Licenciado a concluir mestrado	Mestre	Licenciado	Licenciado	Mestre	Licenciado e Pós-graduação (MBA)
Área de formação	Engenharia mecânica	Engenharia de marinha mecânica	Gestão	Biotecnologia	Engenharia do ambiente	Engenharia física	Engenharia industrial e gestão
Experiência profissional anterior	Estudante	Oficial de marinha mercante	Gestor comercial	Engenheiro de projeto na Holanda	Investigador	Consultor de gestão	Administrador Industrial
Outras atividades	Consultor em projetos noutras empresas	*	*	*	Membro do Conselho Administrativo noutra empresa	Projetos com empresa ex-empregadora	Diversas atividades de gestão com outras empresas do Grupo

Fonte: elaboração própria.

De seguida apresentam-se os principais resultados aferidos para o caso particular das sete empresas entrevistadas.

4.3.1. Empresa A

A **Empresa A** foi fundada por estudantes universitários com o objetivo de desenvolvimento e comercialização de dois produtos revolucionários, criados pelos próprios, que permitem converter o movimento e oscilações das ondas em energia, podendo ser produzidos em diferentes tamanhos e, porquanto, podendo satisfazer diferentes mercados. Desta maneira, a empresa opera no sector da energia das ondas embora tenha projetos de adaptação das suas tecnologias à exploração das eólicas *offshore* e realize como atividade secundária consultoria na área das ER.

Apesar do entrevistado, cofundador da empresa, considerar que a mesma surgiu de forma independente através de prémios concedidos por concursos de ideias, sobretudo o da EDP Inovação, não só foi o Instituto Superior Técnico (IST) em conjunto com a Universidade Nova de Lisboa (UNL) que facilitaram o acesso e motivaram a participação nesses concursos, como forneceram muitas indicações indispensáveis para o desenvolvimento das tecnologias e a sua comercialização, nomeadamente, indicações de como patentear os produtos, listas de contactos de carácter tecnológico e de possíveis parceiros e apoios de cariz informal por parte de professores e colegas das mais diferentes áreas, principalmente de Gestão. Consequentemente, é possível considerar que a empresa resulta de um *spin-off* universitário (como aliás parece ser a opinião de várias fontes de informação que referem a **Empresa A**). Salienta-se apenas que o motivo por detrás da opinião do entrevistado parece ser o de considerar que a universidade tende a colocar alguns entraves legais, acima de tudo do ponto de vista da propriedade intelectual, que dificultam a comercialização das tecnologias, pelo que evitou um grande envolvimento da mesma e hoje estabelece relações pouco significativas com ela.

Nos últimos três anos a empresa regista um volume de vendas abaixo dos 100 mil euros o que se justifica pelo facto de os produtos ainda se encontrarem em fase de testes. Por consequência, o financiamento da empresa tem sido obtido fundamentalmente pelas atividades de consultoria, através de *business angels* e do capital concedido pela EDP Inovação que tem sido, desde o concurso de ideias que promoveu, o maior parceiro de negócios. Ainda assim estabeleceram-se já muitos projetos com várias empresas e a administração pública, verificando-se que mais de 80% pertencem a mercados internacionais, particularmente a Austrália e alguns países europeus.

Estrategicamente a empresa opera num nicho de mercado, apostando na diferenciação pela *performance* tecnológica pois garantindo-a é possível diminuir o custo (competir em custos), aumentar a qualidade (competir em qualidade) e apostar no desenvolvimento de produtos mais pequenos e funcionais (competir com a diferenciação de *design*). Por seu turno, uma vez que se trata de uma empresa com dois produtos originais patenteados, a estratégia tecnológica consiste em introduzi-los no mercado, sendo indispensável elevados investimentos em I&D (quer investigação aplicada, quer desenvolvimento experimental), agora e no futuro, e a procura constante pela melhoria das tecnologias já desenvolvidas, pelo desenvolvimento de novos produtos e pela obtenção de novas patentes. Não é de estranhar, portanto, que a quase totalidade do capital da empresa seja dirigida a I&D.

Dada a novidade do produto e a atividade estar ainda a dar os primeiros passos na aquisição de quota de mercado, a construção de sólidas redes de contactos é uma enorme prioridade para a empresa pois permitirá renovar os conhecimentos técnico-científicos indispensáveis ao desenvolvimento de novos produtos, obter maior conhecimento acerca de clientes (nacionais e internacionais), obter financiamento (capital de risco) e aceder a recursos humanos e a recursos técnicos e instalações. A empresa possui assim diversas parcerias com empresas, sobretudo nacionais, não só no domínio comercial mas também para obtenção de apoios nos projetos de I&D.

No que respeita aos recursos humanos, verifica-se uma forte aposta no aumento e qualificação dos mesmos observando-se que no início da atividade (2009) a empresa possuía apenas três trabalhadores licenciados, no ano seguinte dois licenciados e três mestres e em 2011 no total contava com 15 trabalhadores: cinco licenciados, cinco mestres e cinco doutorados. Existe por parte da empresa a clara intenção de continuar a apostar no aumento de efetivos (sobretudo engenheiros) mas também na formação e seleção dos seus trabalhadores, sendo que neste último domínio tem aplicado processos de recrutamento originais que permitem identificar os melhores candidatos para o lugar.

Quanto às formas de marketing e divulgação da **Empresa A**, o Diretor admite que parte de iniciativas puramente internas realizando-se estudos de mercado constantes (sobre clientes, tecnologias, concorrentes, etc.) embora não se invista em publicidade já que “*não vale a pena*”, pois o mercado é de reduzidas dimensões e as empresas de energia tão grandes que é fácil dirigirem-se a elas diretamente. No entanto, a empresa aposta na presença em

conferências, onde os colaboradores podem aumentar os seus conhecimentos mas também criar redes de contactos e, assim, publicitar a empresa.

Nos próximos três anos a empresa possui uma lista de prioridades estratégicas ambiciosa, onde, além da já referida pretensão de lançamento de novos produtos, no mercado e na empresa, melhoria de produtos existentes e investimento na obtenção de novas patentes, a empresa prevê ainda o reforço de parcerias; a diversificação de clientes e mercados (onde se salienta a intenção de penetrar no mercado dos EUA); a consolidação do mercado nacional e internacional; a criação de novas empresas noutras áreas de negócio (potencialmente as telecomunicações); e possivelmente a deslocalização de certos departamentos. Assume-se assim relevante em termos internos adquirir novos equipamentos, o reforço de atividades de I&D, para além do investimento nos recursos humanos. Neste domínio importa também referir que a empresa pretende aumentar consideravelmente os investimentos em programas de responsabilidade social/ambiental indo além das iniciativas de doações que realiza atualmente.

Para a empresa a barreira mais relevante está no domínio da propriedade intelectual, isto é, práticas lesivas dos direitos consignados nas patentes levadas a cabo por alguns países (ex.: China e Índia) que, aliadas à fraca proteção internacional de patentes, dificulta muito a entrada e/ou permanência nos mercados (sobretudo internacionais) além de implicar maiores custos para a empresa. Outro aspeto que tende a elevar os custos associa-se às exigências de estudos ambientais para a realização de certos investimentos que podem ditar todo um negócio. Já as barreiras de custos-eficácia não são consideradas relevantes dado que para o entrevistado o mercado das ondas é extremamente “binário”, ou seja, ou é muito bem-sucedido ou um fracasso, o que significa que os clientes procuram acima de tudo produtos de qualidade, estando dispostos a pagar um preço mais elevado.

No domínio político a empresa enaltece os benefícios fiscais e apoios de que é alvo a generalidade do sector, todavia, como se trata de um mercado muito novo (energia das ondas) em Portugal ainda não existe um quadro legal consistente nem regulação precisa, o que dificulta muito os investimentos e exige recorrer a outras entidades para esclarecimentos (ex.: instituto das pescas). Pelo facto de ser um mercado novo, existe também uma perspetiva de crescimento muito positiva não havendo, na opinião do entrevistado, muitos competidores, sendo que mesmo as empresas de maior dimensão têm

sido encaradas como importantes parceiros, particularmente a EDP que permitiu dar credibilidade ao projeto e desbloquear muitas barreiras políticas.

4.3.2. Empresa B

Criada em 2002 como resultado de um *spin-off* empresarial fruto da cisão da empresa-mãe (multinacional), a **Empresa B** opera na área da energia eólica, biomassa e cogeração, fornecendo soluções tecnológicas da marca da empresa-mãe e de outras importantes marcas internacionais com funções de produção de energia elétrica, nomeadamente, centrais termoeletricas com motores a diesel, a gás e a dual-fuel; centrais de cogeração com motores a diesel ou a gás, turbinas a gás ou a vapor; centrais de vapor com turbinas de contrapressão e de condensação; e centrais de biomassa com turbinas a vapor. Para além da construção de centrais, fazem ainda assistência técnica aos equipamentos instalados através da prestação de serviços e/ou de contratos de manutenção e desenvolvem atividades no sector químico e petroquímico, por exemplo, nas torres de refrigeração e bombas para caldeiras.

O facto de a empresa resultar de um *spin-off* empresarial permitiu-lhe manter clientes e a «tutela» da comercialização de certos produtos. Além disso, verifica-se que ainda se estabelecem relações com a empresa-mãe através de contactos de carácter informal entre trabalhadores ex-colegas. A empresa-mãe revelou-se assim extremamente importante na dotação da empresa de *know-how* e carteiras de clientes e tecnologias/produtos mas mantem-se relevante num sentido de transferência de conhecimento. É importante salientar, no entanto, que não houve nem existem quaisquer apoios financeiros, observando-se que o financiamento da empresa nos últimos três anos proveio em 70% de capitais próprios e 30% de crédito bancário, não existindo igualmente nenhum apoio público.

A **Empresa B** procura centrar a sua atividade no cliente, isto é, garantir a oferta de produtos e serviços de acordo com os projetos e necessidades dos seus clientes (*tailor made*) que são sobretudo empresas e em menor escala o consumidor final, ambos no mercado interno. O mercado externo, por seu turno, representa entre 20 a 40% do negócio da empresa existindo uma carteira muito diversificada de países com os quais estabelece negócio, por exemplo, China, Índia, Europa de Leste e Médio Oriente, havendo uma intenção de expandir para os PALOP. Porém, o Diretor afirma que este peso outrora ascendia aos 80%, quebra que se ficou a dever ao encerramento de muitos estaleiros internacionais com os quais a empresa detinha contratos de venda de vários produtos (ex.:

turbinas), o que justifica também, em certa medida, a quebra assinalada no volume de negócios dos últimos três anos que registava entre 25 a 50 milhões de euros em 2009 e desceu para os 10 a 25 milhões de euros nos dois anos seguintes.

Tecnologicamente a empresa aposta na melhoria de produtos/tecnologias existentes, fundamentalmente através de alterações elaboradas no sentido de satisfazer necessidades concretas do cliente, o que justifica a ausência de investimentos em I&D e o fraco interesse em investir nos próximos anos nesta dimensão. Apesar de a empresa-mãe deter algumas patentes, a **Empresa B** não possui qualquer tipo de propriedade intelectual nem revela interesse em apostar na sua obtenção.

De um ponto de vista funcional e organizacional, a empresa empregava em 2009 40 funcionários, sete dos quais licenciados. Nos dois anos seguintes, o total de trabalhadores aumentou para 43, verificando-se a existência de 10 licenciados em 2010 e 2011 e dois Mestres em 2011. A empresa revela então uma política de contratação de pessoal qualificado no sentido crescente, sobretudo de engenheiros, existindo também uma forte aposta na formação dos trabalhadores, particularmente conhecimentos tecnológicos e técnicos através de iniciativas internacionais que são mais tarde transferidos para os restantes colaboradores através de formações internas. De facto, salienta-se que investir em ações de formação revela-se a estratégia interna mais relevante para a empresa nos próximos anos, sendo colocado um peso significativo na existência de sistemas de informação internos fluidos que potenciem a comunicação.

Menos relevantes são os investimentos em marketing que são de iniciativa exclusivamente interna sem apostas em publicidade ou estudos de mercado. Tal justifica-se pelas características do mercado, isto é, dadas as suas reduzidas dimensões, a divulgação da empresa operacionaliza-se com contactos diretos com fornecedores e clientes. Ainda no domínio organizacional, não existe qualquer política de *corporate governance* e/ou responsabilidade social, nem intenção de apostar neste domínio no futuro, apesar de reconhecido o potencial para a imagem da empresa.

No domínio estratégico das cooperações, a empresa estabelece inúmeras parcerias formais e comerciais com empresas nacionais e estrangeiras e também, embora de forma informal, procura estabelecer redes de contactos com universidades (nacionais, como o IST, e estrangeiras, como a Universidade de Vigo) para transferência de conhecimentos tecnológicos. Apesar de ser dada relevância à obtenção de conhecimento científico-

tecnológico e informações sobre recursos humanos, técnicos e possíveis novas parcerias, o estabelecimento de processos de cooperação tem por objetivo prioritário a obtenção de financiamento externo, essencialmente, como explica o Diretor, facilitar o acesso ao crédito em mercados internacionais.

O Diretor Técnico considera que o sector não está em crescimento. De uma maneira geral houve outrora muitos incentivos mas, não só hoje são fracos, como parecem ser criados sob uma ótica meramente político-económica e não ambiental, o que faz prenunciar o seu fim. Ou seja, os apoios centralizam-se nos sectores com melhores perspetivas económicas ou que melhor satisfazem certas agendas políticas, havendo uma total desresponsabilização por medidas anteriores e desconsideração pela questão da sustentabilidade. Quanto aos concursos públicos, por exemplo no domínio das eólicas, considera que são «concursos particulares» que favorecem apenas as grandes empresas, como a EDP, empurrando as empresas menores para nichos de mercado e contribuindo para a incapacidade de explorar certas oportunidades.

Deste modo, a lei, a regulação e as políticas públicas no domínio energético são encaradas como os grandes entraves à atividade, particularmente as políticas de acesso aos pontos de interligação da rede e toda a «máquina» burocrática. De facto, apesar de as barreiras de custos tecnológicos não serem encaradas de forma muito significativa, a empresa é afetada por elas, pois os projetos de investimento tornam-se mais caros pelos custos imputados pelas exigências administrativas (por exemplo, tempos demorados de imobilização de certos equipamentos, o que pode contribuir para o seu desgaste, perda de valor e por isso, investimentos adicionais). Este entrave acaba por ser exacerbado pelas atuais dificuldades de acesso ao crédito, barreira considerada mais relevante, o que ajuda a explicar a importância dada às parcerias como meios de obtenção de financiamento. As redes informais são assim, segundo o entrevistado, muito importantes para contornar as barreiras burocráticas domésticas, inexistentes internacionalmente, que fazem perder muitas oportunidades.

4.3.3. Empresa C

Com um volume de negócios entre os 100 e 500 mil euros que se tem mantido constante nos últimos três anos, a **Empresa C** fornece equipamentos tecnológicos inovadores no domínio de energia eólica (aerogeradores com *design* específico para ambientes urbanos),

solar (sistemas solares fotovoltaicos que se adaptam a telhados de edifícios ou pavimento; e sistemas solares térmicos que integram várias fontes de energia) e biomassa (*pellets* ou lenha para produção de água quente sanitária e aquecimento central), possuindo ainda diversas soluções para microgeração no âmbito do programa Renováveis na Hora e serviços variados de consultoria em eficiência energética. A atividade da empresa dirige-se assim a casas particulares, sedes de empresas ou fábricas e espaços públicos como escolas, jardins ou vias públicas, reconhecendo que atualmente os seus principais clientes são o consumidor final e empresas nacionais. Embora ainda não tenha clientes internacionais existe um projeto em curso para o estabelecimento de relações comerciais com o Brasil e intenções de expandir a atividade aos PALOP, sendo a internacionalização uma das maiores prioridades estratégicas da empresa.

A **Empresa C** procura essencialmente atuar em nichos de mercado (particularmente no domínio da microgeração) através do foco em diferenciação pelo preço, o que lhe é possível pela aplicação de uma estratégia tecnológica que passa pela aquisição e comercialização de tecnologias já existentes junto dos fornecedores e mercados com a melhor relação preço-qualidade e a aposta em desenvolvimento experimental no sentido de tornar esses produtos cada vez mais económicos. Porém, os projetos de I&D são muito recentes, não sendo possível calcular a percentagem de volume de negócios que ocupa nem os resultados alcançados. Ainda neste domínio revela não deter nenhuma patente, sendo a sua única propriedade intelectual o registo da marca.

Uma vez que um dos principais clientes são os consumidores finais, a empresa realiza por meios próprios publicidade, apostando sobretudo em *websites* especializados, no Google Ads e redes sociais, verificando-se que realiza igualmente estudos de mercado em vários domínios com enfoque nos clientes e fornecedores. No âmbito dos recursos humanos, mantém-se uma empresa com apenas três trabalhadores (todos com grau de mestre), não realizando quaisquer programas de formação específica à semelhança do que ocorre no âmbito de programas de responsabilidade social e/ou *corporate governance* que, segundo o entrevistado, não se justificam em PME, no mínimo não de modo formalizado.

Criada a partir de um prémio monetário atribuído pelo ISEG (universidade onde o entrevistado realizava um Mestrado) pela realização do melhor *Business Plan*, esta empresa considera-se um *spin-off* universitário já que foi graças ao apoio dessa instituição que nasceu e concretizou a ideia de negócio. A universidade foi assim relevante de um ponto de

vista financeiro, para a disponibilização de conhecimento (sobretudo de gestão) e para a deteção e validação da oportunidade de negócio. No entanto, atualmente admite não estabelecer qualquer parceria com o ISEG ou qualquer outra universidade, privilegiando as relações de cooperação comercial, financeira e de I&D, a título informal com empresas nacionais, procurando, acima de tudo, acesso a conhecimentos científico-tecnológicos e informação sobre sistemas de incentivos.

Como referido, a internacionalização e, por inerência, exportar e aumentar o volume de negócios, são três importantes objetivos futuros, sendo que para tal a empresa prevê a hipótese de absorver ou fundir-se com outras empresas e a aposta na diversificação de clientes e reforço de parcerias existentes. Prevê ainda lançar novos produtos no mercado e continuar a melhorar os existentes no sentido de consolidar o mercado nacional e, possivelmente, conseguir uma posição no mercado de massas, facto que conduz à importância concedida ao desenvolvimento do marketing e serviço comercial (como já indicado), mas também ao aumento do número de trabalhadores (sobretudo engenheiros); à aquisição de novos equipamentos; e ao desenvolvimento de atividades de *design* que permitam diversificar e melhorar a imagem e atratividade da empresa.

As barreiras mais significativas são, para o Diretor, as políticas e incertezas fiscais, sobretudo na perspetiva do consumidor (ex.: aumento do IVA para equipamentos que utilizam energias renováveis), os inúmeros entraves burocráticos e a existência de políticas de regulação muito instáveis, particularmente a regulação da ligação às redes, que não permitem pensar a atividade a longo prazo. Também o fim de certos subsídios concedidos para a exploração de ER, aliado à grande dificuldade de acesso ao crédito, tem dificultado o financiamento de algumas atividades, fazendo com que a empresa sobreviva apenas com capitais próprios. Assim, apesar de considerar que o sector tem muitas oportunidades de negócio e crescimento (sobretudo a eólica), apontando que a democratização da produção de energia à base de fontes renováveis através de sistemas destinados a autoconsumo muito tem contribuído para tal, o Estado é visto como um enorme obstáculo pela incerteza e instabilidade que imprime no sector. As empresas dominantes são também uma enorme barreira e “*altamente privilegiadas*” pelo sector público, não existindo uma verdadeira concorrência (obrigando as PME a adotar uma estratégia de nicho e de custos mais baixos).

4.3.4. Empresa D

Com quatro anos de atividade, a **Empresa D** surgiu de forma independente e é uma empresa de biotecnologia vocacionada para a área dos biocombustíveis, comercializando equipamentos para biodiesel (reatores, tanques de armazenagem e decantação e bombas centrífugas) e produzindo microalgas para sequestração de CO₂. Dedicar-se ainda à venda de centrífugas industriais e a atividades de engenharia de projeto (gestão de projetos e I&D). Serve principalmente indústrias de pequena e média capacidade, verificando-se que entre 60 a 80% dos negócios realizam-se com o mercado externo. Nesse domínio salientam-se as relações com a Irlanda, Croácia, Reino Unido, Espanha, EUA, Tailândia e, principalmente, a Holanda, o que se justifica pelo facto de o Diretor e fundador da empresa ter exercido funções de engenharia de projeto nesse país, onde angariou muitos contactos.

A estratégia de negócio principal da empresa passa pela aposta na diferenciação pela qualidade, procurando garantir igualmente *performances* tecnológicas e *designs* originais, o que se explica, segundo o entrevistado, pelo facto de se tratar de um mercado onde o cliente procura acima de tudo equipamentos de confiança, adaptáveis às suas necessidades específicas. Assim, de um ponto de vista tecnológico, a **Empresa D** investe sobretudo na melhoria de produtos existentes e na introdução de novos produtos para a empresa, já que, admite, não se tem verificado no sector nos últimos anos grandes *breakthroughs* tecnológicos. Não possui nenhuma patente e embora não realize I&D para a atividade direta da empresa, fá-lo consoante os pedidos de projetos com outras entidades. Isto é, a empresa realiza, principalmente no âmbito das microalgas, várias parcerias de I&D com outras empresas subordinadas, em geral, ao desenvolvimento experimental de processos e à procura por otimização de produção.

As principais estratégias de *networking* passam, no domínio informal, pelo estabelecimento de relações com universidades nacionais onde o Diretor admite fazer parte do conjunto de oradores de palestras e seminários; e, no domínio formal, pela construção de relações comerciais e de desenvolvimento de projetos de I&D com empresas nacionais e, principalmente, internacionais. Estas parcerias visam acima de tudo obter informações sobre mercados e clientes internacionais, o que vai ao encontro da intenção de no futuro chegar ao mercado africano, aliando-se, ao mesmo tempo, aos objetivos de diversificar os clientes e aumentar a capacidade produtiva, as exportações e o volume de negócios que tem crescido desde 2009 e se situa perto dos 500 mil euros.

Internamente a empresa tem pretensão de mudar a estrutura sobretudo do ponto de vista dos recursos humanos (atualmente emprega cinco mestres), contratando mais engenheiros e investindo em ações de formação que ainda não se realizam, e investir em programas de responsabilidade ambiental e social. Neste último ponto a empresa atualmente não realiza quaisquer programas, mas pretende avançar com ações de sensibilização em escolas no que respeita à reciclagem de óleos, pois acredita que é necessária uma mudança de mentalidade por parte dos consumidores.

No que toca às barreiras sentidas, as mais importantes revelam-se o quadro macroeconómico instável, a resistência à mudança e a evolução desfavorável e incerta das políticas públicas de promoção das energias renováveis, essencialmente o facto de se focarem em demasia em tecnologias «familiares» como as eólicas ou solares, desconsiderando oportunidades noutras menos *mainstream*, como as bioenergias. Quanto às barreiras de custo-eficácia, à exceção dos riscos de mercado, o entrevistado não as acha relevantes dado que considera que as tecnologias que comercializa competem pela qualidade e não pelo preço, além de que se encontram em segmentos ligeiramente diferentes das tecnologias dominantes. A mesma relevância baixa é atribuída às barreiras legais e fiscais, onde salienta que apenas o IVA elevado em Portugal sobre estes produtos cria problemas de liquidez.

O Diretor admite que existem muitas oportunidades no sector das bioenergias, mas têm necessidade de ser trabalhadas, por exemplo, existem muitas fontes potenciais de óleo para reciclagem mas fracas condições e sensibilidade para essas hipóteses. Admite ainda que o papel dinamizador e de exploração dessas oportunidades está na mão dos privados e não do sector público, cujas políticas são demasiado instáveis e, por isso, embora importantes, não podem ser o fundamento das atividades económicas.

Quanto às empresas nacionais de maior dimensão, considera que têm muito peso público e interesses extraeconómicos, ou seja, encontram-se, além de protegidas, dependentes da agenda política. Não as encara, no entanto, como concorrência mas sim como potenciais parceiros, não só por atuarem em mercados diferentes, mas também porque muitas vezes recorrem às empresas mais pequenas para a realização de projetos (em particular obras públicas). Além disso, refere que grandes empresas têm preocupações diferentes, tendo a capacidade de planear a longo prazo e acabando por permanecer nas mesmas linhas de negócio durante mais tempo. Pelo contrário, as PME são obrigadas a planear no curto

prazo, muitas vezes tendo que se centrar na sobrevivência e não no crescimento, o que, segundo o Diretor, faz com que sejam “*as PME que criam riqueza e empregos, pois têm estruturas leves e flexíveis*”, tendo maior capacidade de fazer evoluir o sector.

4.3.5. Empresa E

Sendo uma empresa com competências nas áreas da engenharia e desenvolvimento sustentável, líder em certificação energética e florestal e em soluções de produção e gestão de energia para utilizações mais racionais e menos poluentes, a **Empresa E** é uma consultora no segmento das ER, operando em quatro áreas distintas: sustentabilidade de edifícios; energia; apoio ao desenvolvimento; e I&D. Como tal, atua no âmbito não da comercialização direta de tecnologias mas na disponibilização de serviços que potenciam o seu desenvolvimento e difusão, tendo como principais clientes empresas, a administração pública e em último lugar o consumidor final, operando apenas em mercados nacionais.

A **Empresa E** surgiu graças à ajuda do Instituto Superior de Agronomia (ISA), onde o fundador se licenciou e foi investigador, e a Inovisa, uma associação para inovação e desenvolvimento empresarial relacionada com a universidade, que através da disponibilização de *know-how* e importantes informações sobre o “*mundo real*”, operaram como incubadoras possibilitando a antecipação das necessidades do mercado e a criação da empresa. Assim, enquanto *spin-off* académico, o Diretor admite manter fortes relações de carácter informal com a universidade, sobretudo no âmbito de projetos de I&D.

Uma vez que atua em quatro áreas de negócio distintas, apresenta também diferentes estratégias de negócio. Assim, no domínio da certificação e sustentabilidade de edifícios, a empresa procura competir em custos já que admite ser um mercado com elevada oferta onde é difícil diferenciar os serviços de outra forma. No domínio das energias e no apoio ao desenvolvimento empresarial, aposta na diferenciação pela *performance* tecnológica e de *design*/projeto, respetivamente, dado que os clientes nestes mercados pretendem acima de tudo eficiência e a satisfação de necessidades muito concretas. Por último, na área de I&D, a empresa aposta numa estratégia de nicho, isto é, procura investir em projetos de desenvolvimento experimental de produtos que satisfazem um segmento de mercado pouco explorado. Esta tem sido a área de negócio alvo de maiores esforços, absorvendo atualmente cerca de 4% do volume de negócios, o que se justifica pelo facto de a empresa ter uma forte intenção de no futuro comercializar produtos próprios, possuindo já duas

patentes concedidas para o efeito. Consequentemente, tecnologicamente a empresa apresenta uma estratégia de introdução de novos produtos no mercado (inovação radical).

Além de diversas parcerias com empresas nacionais que decorrem das atividades comerciais da empresa, como referido, existem várias ligações informais ao mundo académico mas também formais, onde certos projetos com entidades nacionais e internacionais procuram criar sinergias em I&D. Estas redes de cooperação visam assim a obtenção de conhecimentos tecnológicos e científicos e o acesso a investigadores altamente qualificados mas, dados os objetivos de expansão da atividade empresarial, a aposta em *networking* procura também reunir informação acerca de potenciais mercados e clientes (nacionais e internacionais) e facilitar/detetar oportunidades de financiamento, fundamentalmente os capitais de risco.

Apesar de não existirem apostas em publicidade ou a utilização de serviços externos de marketing, a empresa procura desenvolver diversos estudos de mercado essencialmente no âmbito tecnológico e de forma a beneficiar as atividades de I&D. No que concerne aos recursos humanos, é dada uma elevada importância à motivação e formação dos trabalhadores. Sendo uma microempresa com apenas três trabalhadores, todos licenciados, existe muito interesse em melhorar a qualificação dos mesmos, estando pensado um programa de bolsas de doutoramento para todos eles. Além disso, um dos principais objetivos estratégicos da empresa é contratar mais trabalhadores, quer engenheiros, quer pessoal com qualificação média, o que se explica pela adição de atividades no futuro.

Futuramente, a empresa espera igualmente conseguir aumentar a capacidade produtiva e o volume de vendas (atualmente entre os 100 e 500 mil euros), essencialmente através do lançamento de novos produtos, para a empresa e para o mercado, sendo que admite a hipótese de criar novas empresas apenas para o efeito. Pretende ainda exportar para Espanha e o Brasil e expandir a atividade para o nicho de mercado do carbono. Como consequência deste posicionamento estratégico, a nível interno, além do aumento do número de trabalhadores, a **Empresa E** considera que será necessário investir no desenvolvimento do marketing e serviço comercial, bem como na criação de atividades de *design* e aprofundamento dos programas de responsabilidade social (observando-se que atualmente contribuem com uma percentagem dos resultados anuais para uma organização de solidariedade social).

Analisando os obstáculos sentidos, as barreiras de custos não se tornam muito significativas, à exceção dos potenciais riscos de mercado e externalidades que no fundo são as barreiras mais diretamente associadas ao sucesso ou insucesso dos projetos desenvolvidos no sentido de comercialização de produtos próprios. Também o quadro macroeconómico desfavorável e as políticas fiscais têm dificultado a atividade da empresa, essencialmente no sentido em que reduzem a capacidade de investimentos mais avultados na sua expansão.

Não obstante, o entrevistado considera que o mercado oferece oportunidades de crescimento bastante positivas para as energias renováveis como um todo, não sentindo que as políticas públicas, de uma maneira geral, afetem de forma negativa a prestação da empresa e do sector. Pelo contrário, considera que têm sido favoráveis e que têm caminhado de forma benéfica. Quanto às empresas de maior dimensão, examina-as não como uma ameaça mas como parceiros, essenciais para o crescimento da empresa.

4.3.6. Empresa F

A **Empresa F** resultou da iniciativa de três colegas da mesma firma de consultoria de gestão, hoje sócios, que viram na área das energias e desenvolvimento sustentável um nicho de mercado que estava a ser subaproveitado pelas grandes empresas do sector onde operavam. Assim, a **Empresa F** fornece serviços de consultoria em três áreas - Energia (quer no âmbito das ER, quer no domínio mais «tradicional»), Alterações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável – tendo como clientes mais importantes grandes empresas internacionais (entre 81% a 100% do negócio), essencialmente europeias (sobretudo espanholas), do Médio Oriente e americanas; e a Administração Pública, embora, dados os sucessivos cortes no orçamento, desde 2010 os projetos estejam praticamente extintos. Deste modo, graças principalmente à bem sucedida penetração nos mercados internacionais, o volume de negócios tem aumentado continuamente nos últimos três anos, situando-se entre os 100 e 500 mil euros.

No que toca à estratégia de negócio, adota uma estratégia de nicho, fruto da oportunidade de negócio detetada que a originou, procurando igualmente não só «personalizar» ao máximo os serviços que oferece para construção e manutenção de uma carteira sólida de clientes, mas também competir em custos pois é assim que consegue entrar mais facilmente no mercado internacional (principal segmento-alvo da empresa). Deste modo, reproduz em

cada projeto a estratégia tecnológica da empresa que serve não apostando em I&D nem na obtenção de patentes, mas procurando diversificar os processos que emprega e flexibilizá-los de maneira a melhor servir os objetivos tecnológicos de cada cliente.

Internamente, tratando-se de uma empresa pequena com apenas três trabalhadores desde a criação (todos com grau de Mestre) é muito fácil garantir uma estrutura de comunicação e decisão ágil e sujeita a constantes melhorias incrementais, existindo também maior facilidade na adoção de programas específicos de formação, estando inclusivamente a decorrer uma pós-graduação em parceria com a Universidade Católica e o BES no âmbito de conhecimentos na área de capitais de risco. Não obstante, o reduzido número de funcionários faz com que a empresa tenha de, em diversos projetos, recorrer a especialistas técnicos externos. Esta fragilidade é um dos motivos que torna como prioridade máxima em termos de estratégias internas para o futuro a contratação de mais colaboradores qualificados, quer engenheiros, quer economistas/gestores.

As iniciativas de marketing são acima de tudo internas, embora se estabeleçam algumas relações informais com profissionais da área, verificando-se que não são realizados estudos de mercado. Todavia, a **Empresa F** aposta na criação de conteúdos, isto é, na elaboração de artigos nas áreas de especialidade relacionados com a atividade. Uma vez que muitos projetos estão ao abrigo de confidencialidade, esta forma de divulgação não só demonstra a experiência da empresa na área, permitindo informar clientes sobre determinadas oportunidades, como também é a melhor forma de chegar aos mercados internacionais, onde os investimentos em publicidade teriam de ser muito elevados. Justamente nesse sentido, a empresa apostou recentemente no *rebranding* alterando o seu nome para melhorar a sua competitividade.

A empresa admite ter diversas parcerias, formais e informais, com empresas e universidades, procurando, acima de tudo, obter informação sobre clientes internacionais, possíveis alianças e recursos humanos altamente qualificados. As parcerias empresariais, nacionais e internacionais, adquirem uma natureza meramente comercial, operacionalizando-se muitas vezes na base de consórcios informais, enquanto que as relações com universidades (por exemplo, a FEUP, o IST ou o INSEAD) destinam-se sobretudo à obtenção informal de conhecimentos específicos e redes de contactos, existindo com algumas delas acordos formais de estágios curriculares. De notar que a empresa estabelece também várias relações com ONG de defesa do ambiente, para as quais realiza

estudos de consultoria *pro bono*, pelo que, considerando também outras iniciativas descritas no decorrer da entrevista, é possível admitir que a empresa adota várias ações no domínio da responsabilidade social, apesar de não estarem devidamente formalizadas.

Nos próximos três anos, a **Empresa F** espera continuar a explorar os mercados onde já se encontra e que considera serem os mais importantes (incluindo os PALOP), mas revela a intenção de aumentar o volume de vendas expandindo a atividade para a comercialização de produtos no âmbito das ER, pelo que, estrategicamente, prevê a aquisição de outras empresas, a criação/reforço de acordos de colaboração, o lançamento de novos produtos/serviços para o mercado e a melhoria dos atuais.

Para o entrevistado, as maiores barreiras enfrentadas pela empresa e pelo sector das ER são os custos elevados, riscos técnicos e de mercado e as externalidades não apropriadas, que fazem com que as empresas que querem investir na sustentabilidade optem pela eficiência energética que é a alternativa mais barata (embora dependa do mercado analisado pois considera, por exemplo, que o sector das energias eólicas já é competitivo).

No que respeita às barreiras legais e de regulação, o Diretor considera que a maior parte dos países têm sido competentes neste domínio, incluindo Portugal que é, aliás, apontado como bom exemplo. No entanto, o fim do financiamento em alguns mercados, sentido em Portugal, Espanha e muitos outros países europeus, tem penalizado as tecnologias neste sector. A própria empresa viu negados sucessivas vezes pedidos de incentivos do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN), tendo de se financiar apenas com capitais próprios. Ainda assim, considera que existem países onde faz sentido não existir apoio público e onde os mercados apresentam ótimas perspectivas de crescimento, particularmente o Médio Oriente.

A limitação de infraestruturas parece ser também uma barreira relevante para algumas tecnologias sobretudo para a exploração da energia eólica *onshore* (dadas as limitações de espaço físico para aerogeradores) e para a exploração da energia das ondas e eólicas *offshore* já que concorrem pelos mesmos recursos. De facto, para o entrevistado estes últimos dois sectores são considerados como os mais promissores no futuro.

De uma maneira geral, o Diretor considera que o sector está longe de ter atingido o auge, verificando-se que existem muitas alternativas tecnológicas e portanto espaço para a renovação constante do mercado. Além disso, aponta, o sector possui uma vantagem sobre

os sectores energéticos dominantes, nomeadamente a sua grande adaptabilidade (por exemplo, em menos de dois anos o sector solar que se encontrava centralizado nos EUA conseguiu penetrar com muito sucesso na Europa). Já as políticas públicas são encaradas como importantes para potenciar o crescimento do sector mas devem centrar-se apenas nas tecnologias emergentes com maiores riscos tecnológicos (ex.: ondas) pois, segundo o entrevistado, estes apoios já foram demasiado avultados e demorados, tendo eliminado a capacidade de muitas empresas (e por inerência tecnologias) se tornarem competitivas por “*mérito próprio*”.

Por último, importa salientar que a concorrência é vista como um elemento vital para o desenvolvimento destas tecnologias e as grandes empresas como a EDP bons exemplos de apostas em ER e, portanto, ótimas parceiras de negócio. O entrevistado considera ainda que as PME opõem-se à consolidação do mercado mas que esta deveria ser aceite pois à medida que o mercado evolui é normal que as menores sejam adquiridas pelas maiores. Porém, se por um lado é preciso procurar colaborar com as empresas dominantes, por outro, existe algum *lobby* e “*clientelismo*” que deve ser combatido e que tem penalizado o sector das ER.

4.3.7. Empresa Z

A **Empresa Z** surgiu em 1977 de forma independente tendo, desde então, passado por diversos processos de reestruturação, o mais significativo dos quais a aquisição da maioria do seu capital por um grupo multinacional de renome, passando a integrar a divisão termotécnica dessa empresa. Tal contribuiu para a transferência de inúmeras competências e equipamentos, dando início a um processo de especialização dentro do Grupo. A **Empresa Z** é assim especialista na produção e comercialização de produtos de aquecimento de água que incluem esquentadores, termoacumuladores, painéis solares fotovoltaicos e térmicos e bombas de calor, fornecendo também tecnologias de climatização e serviços de assistência técnica e de certificação energética.

Considerando-se líder incontestada de mercado, com uma reconhecida marca tecnologicamente mais evoluída, possui como principais clientes empresas internacionais (que representam mais de 80% do volume de negócios) de diversas origens (ex.: Espanha, Austrália, Alemanha, EUA, Argélia, Chile, Marrocos, Itália, Brasil, Rússia e Bélgica), apostando na diferenciação pela qualidade e pela *performance* tecnológica, que considera serem estratégias de negócio indissociáveis. Já a estratégia tecnológica da empresa consiste

na introdução de novos produtos para a empresa (inovação incremental), tendo criado com esse objetivo um centro de I&D que permitiu apresentar sucessivamente inovações no mercado, a nível nacional e mundial, contando já com 43 patentes obtidas entre 2005 e 2011. Assim, as atividades de I&D, tanto a nível de investigação como de desenvolvimento experimental, representam cerca de 3,5% do volume de negócios da empresa e revelam-se fundamentais para o cumprimento dos principais objetivos estratégicos da empresa nos próximos três anos: lançar novos produtos para a empresa e para o mercado.

Contando com um volume de negócios que ultrapassa os 200 milhões de euros, a empresa financia a sua atividade principalmente com capitais próprios. No entanto, admite que 5% provenha de subsídios públicos de apoio à produção no domínio das energias solares térmicas que, contudo, decresceram substancialmente em 2009, levando a uma queda de cerca de 10% no volume de negócios desse ano.

Como empresa de grandes dimensões, emprega desde 2009 cerca de 1000 trabalhadores, onde mais de 180 possuem educação superior. Neste grupo a estrutura mantém-se relativamente estável, existindo desde 2009 150 licenciados e 30 mestres, verificando-se que o grupo de menor expressão mas o único em crescimento é o número de doutorados que passou de um em 2009 para três em 2011. A empresa considera que a atividade reflete as competências dos seus trabalhadores, existindo uma forte aposta na formação dos mesmos, quer por iniciativas internas (onde os trabalhadores criam ações de formação entre si) quer a nível externo, particularmente sobre conhecimentos técnicos precisos. Deste modo, o conhecimento, mas também a comunicação eficiente entre os vários níveis hierárquicos, são muito valorizados, procurando-se a existência de documentação exaustiva sobre procedimentos naturalmente tácitos e a utilização constante de equipas multidisciplinares.

Observa-se igualmente fortes investimentos em publicidade, utilizando-se para o efeito a rádio, televisão, *websites* e *newsletters* embora admitam ter deixado de utilizar feiras (nacionais e internacionais) para a divulgação da empresa, pois, segundo o Diretor, é um custo elevado desnecessário para os ganhos que possibilita e dado que o Grupo a que pertencem o faz em nomes deles. Apostam igualmente num departamento de marketing próprio que realiza diversos estudos de mercado, direcionados sobretudo para o cliente.

A **Empresa Z** constitui diversas parcerias com empresas e universidades, de várias nacionalidades, sempre a título formal e com o objetivo de constituir sinergias no âmbito de

I&D e para transferência de conhecimentos e tecnologias. Estas cooperações servem assim, sobretudo, para garantir à empresa acesso a recursos técnicos especializados, recursos humanos qualificados e competências complementares críticas para a empresa.

A nível externo, a prioridade estratégica, como já referido, assenta no desenvolvimento de novos produtos, embora tenha sido revelada a intenção de chegar a novos mercados, particularmente o Médio Oriente e alguns países asiáticos como a Tailândia e Indonésia. No contexto interno, a empresa pretende reforçar os investimentos em formação e desenvolver programas de responsabilidade social e ambiental, principalmente projetos com maior envolvimento dos colaboradores, pois já se realizam várias iniciativas na empresa e existe um manual de *corporate governance*.

As principais barreiras para a empresa não parecem centrar-se em nenhum grupo isolado. Em termos de custo-eficácia a empresa aponta que as tecnologias tradicionais são mais baratas, colocando as «renováveis» numa clara posição desvantajosa nos mercados, elevando igualmente os riscos de mercado a elas associados. Considera igualmente que as políticas de públicas de promoção das ER, em particular da energia solar (área em que atua) têm evoluído de forma desfavorável (invertendo uma tendência outrora muito positiva) e que tal é agravado pela incerteza legal no âmbito de políticas de proteção ambiental e nos próprios sistemas políticos de governação.

O Diretor considera que o mercado está em expansão mas que se torna cada vez mais caro investir na área da produção de energia elétrica. No entanto, o sector das ER deverá subsistir, o que exige políticas públicas que promovam boas práticas e que ao mesmo tempo penalizem as más, mas tal não parece estar a acontecer de forma eficaz pois verifica-se uma forte instabilidade na sua aplicação. As empresas grandes, por sua vez, têm a obrigação de financiar as soluções que são energeticamente eficientes e sustentáveis ou motivar os governantes a fazê-lo, isto é, criar *lobbies* que eliminem os «privilégios» de tecnologias tradicionais e que conduzam ao alinhamento de vontades. Neste domínio, salientou a importância do estabelecimento de parcerias com PME.

5 – Capítulo V: Conclusões

Apesar dos enormes progressos sentidos em Portugal, particularmente na última década, no domínio da utilização de energias renováveis (ER) como fonte energética, denota-se a existência de poucos estudos sobre a atuação das PME nesse sector, o que, considerando os fortes investimentos públicos para a sua promoção, não permite a análise mais minuciosa do impacto dessas políticas sob o ponto de vista dos agentes que servem. Além disso, são poucas as empresas com estas características que são formalmente classificadas e identificadas, tornando difícil acompanhar as suas atividades e o contributo que têm na evolução do sector, embora seja possível admitir, como suportado pela literatura, que elas possuem um importante papel na transformação do atual paradigma energético dependente dos combustíveis fósseis, cujas características tecno-institucionais tornam difícil, mas não impossível, de superar.

Dados os critérios de seleção adotados, esta pesquisa permitiu trabalhar uma amostra de 51 empresas, observando-se a existência no distrito de Lisboa e Setúbal de um grande número de micro empresas jovens a operar no domínio das ER resultantes, sobretudo, de processos independentes, embora seja evidente o peso de *spin-offs* nos anos mais recentes. Verifica-se ainda que estas empresas atuam em vários domínios do sector das energias renováveis, sendo possível destacar a energia solar, a eólica, as bioenergias e as atividades de eficiência energética.

Conclui-se igualmente que a maior parte das empresas comercializa uma tecnologia principal oriunda de um determinado fornecedor, sobretudo estrangeiro, havendo uma expressão significativa de empresas que oferecem soluções integradas, isto é, dedicam-se à comercialização de produtos (próprios ou de terceiros) e serviços (consultoria energética, certificação, projetos de I&D, etc.). No entanto, muitas destas empresas tendem a realizar melhorias incrementais dessas tecnologias, desenvolvendo componentes ou *add-ons*, muitas vezes de forma tácita, pelo que o número de empresas com produção própria poderá estar subavaliado. Torna-se difícil fazer esse levantamento, pois muitas vezes esse tipo de componentes são mantidos em segredo ou simplesmente não são publicitados por não se tratarem do produto principal. Outro aspeto a considerar é o facto de muitas destas empresas planearem, ou estarem já a desenvolver, ações no sentido de possuírem produção própria, algo que se destaca nas entrevistas realizadas e que, evidentemente, é impossível de detetar sem um contacto direto com as empresas.

Apesar de pequeno, o grupo de pequenas empresas estudado revelou-se heterogéneo no que respeita à área tecnológica e tipo de negócio, bem como à origem e comportamentos. Embora sejam todas do distrito de Lisboa, com menos de 10 anos de atividade e a maior parte micro empresas, estas são também algumas das características mais frequentes na amostra inicial, pelo que os resultados alcançados podem ser passíveis de alguma generalização, pelo menos indicativa.

Estrategicamente, as empresas apresentam comportamentos muito variados, dependendo das suas características, áreas de atuação, objetivos, recursos e obstáculos. De uma maneira geral, a maioria procura adotar alguma estratégia de diferenciação, sobretudo pela qualidade, e atua em nichos de mercado ou muito centrada no cliente e nas suas necessidades específicas, embora um número significativo apresente claramente objetivos de expansão, seja dentro dos mercados onde já atua, seja para outros segmentos e clientes.

Dado que muitas destas empresas comercializam tecnologias de terceiros, naturalmente grande parte tende a concentrar os seus esforços na melhoria ou simplesmente na aquisição de produtos existentes. Porém, esta situação é diferente para as empresas produtoras de tecnologia que focam a sua atividade na introdução de inovações radicais no mercado. Ainda assim, mais de metade realiza I&D, principalmente desenvolvimento experimental, o que vai ao encontro de estratégias tecnológicas no âmbito incremental onde o objetivo é o aproveitamento de conhecimentos/tecnologias já existentes e os riscos de investimento poderão ser menores e mais acessíveis para estas pequenas empresas.

No âmbito do financiamento das suas atividades, do ponto de vista destas empresas o mercado português atualmente possui fraca disponibilidade de financiamento público, fraca atratividade para o financiamento externo, difícil acesso ao crédito e fraco desenvolvimento do capital de risco. Estas dificuldades são alguns dos motivos que levam as empresas a considerar explorar novas atividades por forma a conseguirem gerar capitais próprios suficientes que garantam a sua sustentabilidade. No entanto, chama-se a atenção para o facto das grandes empresas estarem, regra geral, melhor dotadas de recursos, pelo que a venda ou fusão de uma empresa com características de NEBT poderá ser a forma mais eficaz de acesso aos recursos financeiros necessários para sustentar o seu crescimento/sobrevivência e/ou a única maneira para exploração do potencial comercial de uma tecnologia. Além disso, as grandes empresas tendem a estar melhor equipadas para aceder aos mercados estrangeiros, principal alvo de muitas das NEBT estudadas.

Consequentemente, se as fragilidades apontadas de financiamento se mantiverem poderão conduzir no futuro ao desaparecimento de muitas destas empresas, ora por falência, ora pela maior consolidação do mercado, isto é, a «integração» das PME nas dominantes. Sendo este segundo resultado claramente mais desejável, pode igualmente ter pelo menos duas consequências distintas: ou possibilitará a renovação de competências e tecnologias das grandes empresas, permitindo a expansão das áreas onde atuam e, assim, contribuindo para o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente sustentáveis; ou, poderá dotar as grandes empresas da capacidade de propositadamente desinvestir nessas atividades como forma de privilegiar as tecnologias dominantes.

Indo ao encontro da literatura, constata-se ainda que as empresas abordadas possuem trabalhadores altamente qualificados, principalmente com formação em engenharia, sendo consensual que a estratégia interna mais importante no horizonte destas empresas é a aposta na formação dos seus trabalhadores. Possivelmente, o financiamento escasso e as incertezas políticas e macroeconómicas têm levado estas empresas a centrar os seus esforços na valorização do capital disponível e, considerando que são empresas intensivas em conhecimento, o capital privilegiado são os recursos humanos. Esta é igualmente uma forma menos onerosa de apostar em inovação já que trabalhadores mais qualificados terão, à partida, maiores contributos para a melhoria e desenvolvimento de produtos e serviços mesmo que numa dimensão mais tácita.

Menos relevantes são os investimentos em marketing, havendo pouca aposta em publicidade ou estudos de mercado (com exceção da Empresa C cujo cliente principal são consumidores privados). Não obstante, dadas as características do mercado, isto é, as suas reduzidas dimensões e os principais clientes serem sobretudo grandes empresas, a divulgação das empresas estudadas ocorre por via de contactos diretos com fornecedores e clientes e pelo «espalhar da palavra». No entanto, denotam-se algumas iniciativas originais de demonstração de experiência, como a aposta na publicação de artigos de especialidade, que podem ter maior capacidade de alcance em mercados internacionais e contornar a confidencialidade de certos projetos. Ainda no domínio organizacional, a esmagadora maioria das empresas não possui nenhum manual de *corporate governance* e/ou responsabilidade social, embora muitas delas realizem práticas que podem cair nesses domínios. Uma vez que se trata de empresas de pequena dimensão sem grande projeção, a imagem empresarial não tende a ter um impacto muito significativo no sucesso dos negócios da empresa, pelo que se justifica centrarem os seus recursos noutras prioridades.

No que concerne às estratégias de cooperação, para as *spin-offs* académicas a universidade foi muito relevante na disponibilização de conhecimento científico e de gestão e para o planeamento do negócio, verificando-se que tendem a manter laços informais com elas. No entanto, e indo ao encontro do referido na literatura, mesmo as empresas que surgiram de forma independente constroem relações muito estreitas com centros universitários, muitas vezes no âmbito da I&D. Estas pequenas empresas tendem assim a procurar fontes externas de apoio particularmente para aquisição de novos conhecimentos, para o acesso a recursos humanos altamente qualificados e para satisfazer a necessidade de conhecimento dos mercados e clientes, o que resulta também frequentemente em relações com grandes empresas do sector, sugerindo um aspeto-chave na transferência tecnológica. As colaborações entre empresas e outras organizações tendem a ser encaradas também como formas de atrair financiamento externo, embora a dimensão menos relevante destas relações seja a obtenção de informação sobre financiamento e sistemas de incentivos, por exemplo, de carácter governamental. Apesar de algumas empresas indicarem que o acesso ao financiamento externo era possível através do estabelecimento de relações no sentido em que poderiam facilitar o acesso ao crédito em mercados internacionais e de capital de risco, não ficou claro como decorre efetivamente esse processo de atração ou facilitação.

As redes informais merecem um destaque particular dado que assumem muita relevância nestas empresas, acima de tudo quando estas resultam de *spin-offs*. A maior vantagem deste tipo de relações, além dos *spill-overs* do conhecimento que geram, é o facto de permitirem contornar algumas barreiras, por exemplo, o acesso «gratuito» a recursos, informação e conhecimentos específicos cruciais para as competências nucleares da empresa e o facto de permitirem ultrapassar alguns entraves burocráticos.

Do ponto de vista da internacionalização, a maior parte das empresas revela o interesse de expandir a atividade em três mercados: EUA, PALOP e o Médio Oriente. Nos EUA a atração decorre fundamentalmente de ser um mercado muito grande com oportunidades de expansão das ER, onde é possível aceder a conhecimento especializado e tecnologias avançadas, havendo igualmente um sistema de capitais de risco mais desenvolvido. No entanto, é um mercado onde os *lobbies* de empresas petrolíferas são muito fortes, razão que é apontada como explicação para o insucesso de algumas destas empresas na sua penetração. Os PALOP, por seu turno, além da proximidade com o nosso país e de apresentarem algumas economias em expansão (sobretudo Angola e Moçambique) existindo oportunidades de investimentos muito rentáveis, são igualmente países onde os

sistemas energéticos ainda estão em «construção», pelo que muitas barreiras, relacionadas principalmente com a existência de complexos tecno-institucionais, ainda não existem. Por último, no Médio Oriente, apesar de o petróleo ser abundante e por isso barato, verificando-se que é possível produzir eletricidade através de combustíveis fósseis a baixo custo, o mercado para as ER tem crescido. A justificação assenta no facto de existir um custo de oportunidade, que, se imputado, elimina os incentivos para produzir eletricidade através de combustíveis fósseis, nomeadamente o elevado preço do petróleo nos mercados internacionais. Ou seja, existe nestes países um grande incentivo em exportar petróleo ao invés de o utilizar como fonte de energia elétrica, o que torna as tecnologias que utilizam ER muito mais atrativas e competitivas.

Alguns segmentos de mercado foram apontados como muito promissores nomeadamente o mercado do carbono, do hidrogénio e a microgeração. Todavia, a maioria dos entrevistados considera que são a energia solar fotovoltaica, as energias das ondas e a eólica *offshore* que atualmente oferecem as maiores oportunidades de mercado e a capacidade de criarem uma rutura com os sectores energéticos mais convencionais. Contudo, um aspeto interessante a ter em conta é o facto das tecnologias ER também concorrerem entre si e, em alguns casos, serem o principal adversário. Esta parece ser a situação para as tecnologias que exploram as ondas e que hoje, apesar de se revelarem, segundo os especialistas na área, altamente eficientes e com muito potencial ainda por explorar, concorrem diretamente com as tecnologias de exploração eólica *offshore*, mais maduras e com demonstrações de sucesso pelas suas homólogas em terra, o que reduz consideravelmente os riscos técnicos e de mercado que lhe estão associados. Observa-se também, segundo alguns entrevistados, que as tecnologias de exploração das ondas não «resultaram bem» nas primeiras tentativas e esse tipo de demonstração negativa afetou muito o sector, reduzindo investimentos e investigação neste domínio.

Deste modo, apesar de o mercado das ondas estar a crescer, a eólica *offshore* tem canibalizado a maior parte das oportunidades, o que faz com que mais tarde ou mais cedo se torne proeminente, fenómeno que se assemelha, pelo indicado, ao sucedido na energia solar fotovoltaica e térmica onde a primeira parece ter ganho a corrida. Desta maneira, uma conclusão interessante é o facto de existirem fenómenos de rendimentos crescentes na adoção entre as próprias tecnologias de ER, o que poderá consistir numa importante barreira ao desenvolvimento de algumas delas, devendo este facto ser ponderado.

Ao contrário do que a teoria fazia prever, as barreiras de custos-eficácia não são consideradas relevantes para uma grande quantidade das empresas abordadas, o que pode ser justificado, essencialmente, pelo facto de ao atuarem em nichos sentirem que a sua atividade é afetada sobretudo pela diferenciação, não em preço mas sim em qualidade. Além disso, os seus produtos ou serviços são comparados com as alternativas existentes no seio do nicho onde operam, pelo que muitas vezes as tecnologias ou serviços mais convencionais associados aos combustíveis fósseis não são encarados como concorrência. Por contraste, a empresa de maiores dimensões, e curiosamente uma das empresas de consultoria, partilham de uma visão divergente. Isto decorre do facto da grande empresa atuar em mercados mais alargados onde as tecnologias convencionais são consideradas mais baratas, colocando entraves à expansão do negócio a outras áreas das ER. Para a empresa de consultoria, a justificação plausível parece ser o facto de servir sobretudo grandes empresas internacionais, absorvendo as suas estratégias tecnológicas e acabando por colocar uma maior ênfase na questão de custo-eficácia.

A barreira menos relevante para estas empresas está associada à proteção de propriedade intelectual, observando-se, evidentemente, que é mais expressiva para as empresas que possuem patentes e fazem do seu eixo principal de negócio a produção e comercialização de novos produtos. No entanto, é unânime a ameaça de alguns países nos mercados internacionais, em particular a China e a Índia, cujas práticas anti-competição, através, por exemplo, da compra exacerbada de licenças, colocam entraves à penetração nos mercados e/ou à transferência tecnológica.

Por seu turno, apesar do sector ter sido possibilitado pela existência de políticas públicas nacionais e europeias de promoção das ER, como a subsídição de tarifas de eletricidade proveniente de ER, a instabilidade na evolução política, legal e de regulação é apontada pela maioria das empresas como o principal obstáculo às suas estratégias de crescimento. Contudo, ao mesmo tempo as empresas consideram que essas políticas foram e são fundamentais para o sucesso do sector e que Portugal se destaca no contexto internacional pelo grande esforço que tem feito no sentido de apoiá-lo. O problema parece então assentar não na inércia dos órgãos governamentais, mas nas mais recentes revisões e cortes a muitos dos mecanismos de apoio como resultado das condições macroeconómicas atuais e das exigências subjacentes ao resgate financeiro. Assim, a extinção de alguns apoios ou a simples previsão do seu fim, tem limitado o poder de atuação destas empresas e poderá representar um severo recuo face às conquistas alcançadas por este sector no passado.

Ressalve-se, contudo, que existe uma opinião generalizada entre as empresas entrevistadas de que não só as políticas estão muito concentradas em energias que já se encontram suficientemente desenvolvidas (ex.: eólicas), como lhes parece existir favoritismo entre o Estado e as empresas dominantes, algo que se manifesta sobretudo nos concursos públicos e na regulação dos pontos de conexão à rede. Portanto, parece existir uma parcialidade pública que deveria ser combatida. Além disso, as entidades públicas deveriam apostar noutras áreas onde as tecnologias se encontram em fase de desenvolvimento inicial e necessitam de proteção, nomeadamente, os biocombustíveis, as ondas e a eólica *offshore*, onde, aliás, a atuação de grandes empresas não é ainda muito expressiva e as PME conseguem, conseqüentemente, ter algum poder competitivo.

Importa referir que apesar de terem muito poder no mercado das energias e serem publicamente privilegiadas, as grandes empresas são sobretudo encaradas como parceiras nos negócios, verificando-se que essa interação é muito importante em projetos de I&D onde as empresas dominantes têm a vantagem de acesso a recursos, enquanto as mais pequenas possuem benefícios comportamentais de flexibilidade e adaptabilidade. Neste sentido importa também salientar as principais diferenças detetadas na análise da grande empresa, no que respeita às estratégias e obstáculos sentidos.

Estrategicamente, como seria de esperar, a grande empresa realiza mais investimentos em I&D (departamento próprio) e em publicidade (o que se justifica pela existência de maiores recursos mas igualmente pelo facto de operarem em mercados mais alargados) e apresenta práticas de responsabilidade social muito mais formalizadas, fruto de uma maior preocupação com a perceção da imagem da empresa junto de clientes e fornecedores. Por seu turno, as redes de contactos, embora semelhantes às das PME no sentido em que são muito significativas com outras empresas e universidades, não estão tão centradas na obtenção de informação sobre potenciais clientes, por um lado, e tendem a ser de natureza exclusivamente formal, por outro. Estes fenómenos poderão ser justificados pelo facto de uma grande empresa, com muitos anos de serviço, possuir uma carteira muito sólida de clientes e operar já nos mercados mais importantes, não necessitando de informação sobre os mesmos ou novos, e incorrer em projetos de investimento mais avultados, tendo maior necessidade de formalizar as relações no sentido de salvaguardar os seus interesses comerciais, tecnológicos, financeiros, etc.

No que concerne às barreiras, como referido e contrariando a opinião das PME, a assinalada como mais importante é a dos custos mais baixos das tecnologias convencionais, embora partilhe da opinião que as incertezas legais e a evolução desfavorável das políticas ambientais têm dificultado a sua atividade, apesar de, note-se, ser a única, das empresas entrevistadas, que atualmente recebe subsídios públicos. Importa salientar igualmente que esta empresa vê as PME como importantes parceiros de negócios.

Por último, considerando as perguntas de partida mote desta dissertação, a análise deste conjunto de empresas permitiu concluir que as estratégias por elas adotadas, embora consequência de vários fatores que não apenas a existência de barreiras tecno-institucionais decorrentes da existência de um *carbon lock-in*, tendem a ser influenciadas por elas, sobretudo as estratégias de negócio, financiamento, internacionalização, cooperação, dinâmica concorrencial e crescimento. Fundamentalmente a existência de grandes empresas no âmbito de tecnologias mais convencionais aliada às dificuldades de financiamento, difícil de obter para investimentos em tecnologias menos tradicionais, dificulta a penetração destas empresas em mercados mais alargados e centra as suas atividades em nichos e/ou na satisfação de clientes com necessidades específicas, difíceis de satisfazer por empresas dominantes. Por seu turno, a esfera pública, com políticas atuais instáveis e desajustadas às reais necessidades do sector das ER, bem como exigências burocráticas excessivas, tendem a privilegiar os sistemas tecnológicos dominantes, verificando-se inclusivamente algum favoritismo para com as empresas que os dominam, o que dificulta a atuação das pequenas empresas. Consequentemente, este fenómeno, a par de outros motivos como a instabilidade macroeconómica atualmente instalada no país, parece estar a incentivar estas empresas a procurar mercados estrangeiros onde estes entraves são menores e as perspetivas de crescimento maiores.

O recuo sentido em alguns apoios públicos tem moldado também o tipo de cooperações que visam estabelecer, verificando-se que as redes informais são altamente valorizadas dado que não só facilitam a internacionalização, como também permitem superar alguns obstáculos de financiamento e contornar barreiras tecno-institucionais relacionadas com a inação e favoritismo político. Neste âmbito, importa salientar também a procura por relações formais com as grandes empresas do sector, dado que estas podem atuar como protetoras/incubadoras das PME de base tecnológica e mesmo eliminar muitas das barreiras por elas sentidas, principalmente de financiamento e acesso a mercados mais alargados. As grandes empresas são, portanto, encaradas como potenciais parceiras, observando-se que a

concorrência encontra-se sobretudo entre tecnologias de ER e não entre elas e as mais tradicionais, o que, considerando a falta de espaço no mercado para algumas destas tecnologias, poderá ditar o abandono de soluções ambientalmente eficientes.

A instabilidade política em conjunto com as necessidades de financiamento e, por inerência, a dificuldade/riscos acrescidos de expansão da atividade (objetivo fulcral para muitas das empresas estudadas), fazem igualmente com que estas PME sejam obrigadas a planear as suas estratégias no curto-prazo, centrando-se mais na sobrevivência do que no crescimento.

Em suma, foi possível realizar um retrato das PME a operar em Portugal no domínio das ER, observando-se que as suas estratégias são altamente moldadas pelas oportunidades que identificam, por um lado, estando igualmente condicionadas por barreiras que decorrem da existência do paradigma tecno-institucional instalado. Não obstante, ao contrário do que pareceria ser esperado num contexto como este, não são as barreiras de custo-eficácia que se demonstram mais relevantes, mas antes a instabilidade e incorreta orientação de políticas públicas. Estas barreiras destacam assim a importância de programas e estratégias de desenvolvimento específicos, bem como uma vigorosa campanha de reforma política para criar um enquadramento consistente e estável, onde sinais claros encorajem a difusão tecnológica e previnam graves alterações ambientais à escala global.

Limitações e sugestões para pesquisas futuras

Considera-se que apesar dos resultados deste estudo terem contribuído para um maior entendimento das PME a operar em Portugal no domínio das ER, tendo-se procurado estudar empresas com características diferentes e, portanto, que permitissem resultados mais ricos, estes devem ser olhados à luz do contexto em que foram obtidos e analisados cuidadosamente, dado que refletem a realidade de apenas seis empresas. Da mesma forma, a introdução da análise de uma grande empresa apenas não será com certeza suficiente para permitir construir um padrão de contraste entre as duas realidades (se admitirmos, evidentemente, que este existe) com razoável segurança. Um projeto futuro poderá, no entanto, servir-se da metodologia utilizada neste trabalho num maior número de empresas, aproveitando e complementando, por exemplo, o guião de entrevista.

Outro aspeto que deve ser considerado é a limitação do número de empresas da amostra inicial, que, pelos critérios adotados, é obviamente redutor para um universo bastante mais

extenso, e a sua limitação geográfica. Uma vez que um grande número de PME se encontram no Norte do país e que não é possível garantir que tenham o mesmo comportamento, estratégias orientadoras e obstáculos que os das empresas do Sul, os resultados aqui apresentados poderão também ser regionalmente contingentes e tal deve ser considerado na sua utilização.

As desvantagens e restrições do método adotado deixam, contudo, espaço para pesquisas futuras. Fica aberta a possibilidade de verticalização do estudo, com o aprofundamento numa determinada área das ER, numa só estratégia, num tipo de barreira, ou ainda numa análise combinada entre algumas destas dimensões. É possível apontar ainda as seguintes pistas de investigação:

- 1) Dadas as possíveis diferenças regionais, seria interessante uma análise comparativa entre empresas de diferentes zonas, procurando identificar as diferenças e semelhanças entre as PME do Sul e as do Norte do país;
- 2) O contributo crítico de pequenas empresas para a mudança de regime tecnológico tem sido visto como a introdução de novas tecnologias ou a recombinação de tecnologias existentes. No entanto, importa sobressair a importância de empresas de serviços dado que elas em muito contribuem para a difusão e conhecimento das alternativas existentes, funcionando como verdadeiras intermediárias. Deste modo, seria interessante estudar isoladamente as empresas prestadoras de serviços no âmbito das energias renováveis, procurando, por exemplo, compreender o papel que assumem na transferência de conhecimento e tecnologia para outras empresas;
- 3) Aqui a perspetiva foi colocada nas PME. Seria relevante analisar também a perspetiva das grandes empresas, procurando, essencialmente, compreender se as estratégias que adotam e as barreiras que enfrentam são de alguma forma consequência ou causa da perpetuação de paradigmas tecnológicos;
- 4) Uma vez que as barreiras políticas parecem ser as mais relevantes para estas empresas, seria útil a realização de um estudo profundo sobre a eficácia das políticas públicas de promoção das ER no nosso país nos últimos 10 anos, verificando particularmente o rumo que seguiram e o rumo que devem seguir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. (1992), *Avaliação de performance de um grupo de empresas de base tecnológica*. Mestrado em Ciências Empresariais, INDEG/ISCTE.
- AUTIO, E. e YLI-RENKO, H. (1998), New, technology-based firms in small open economies –An analysis based on the Finnish experience, *Research Policy* 26, 973-987.
- AZAR, C. e STERNER, T. (1996), Discounting and distributional considerations in the context of global warming, *Ecological Economics* 19, 169-184.
- BECK, F. e MARTINOT, E. (2004), Renewable Energy Policies and Barriers, *Encyclopedia of Energy*, Cutler Cleveland, Academic Press/Elsevier Science, http://www.martinot.info/Beck_Martinot_AP.pdf (Acedido em: 3/03/2012).
- BENTO, N. (2010), Is carbon lock-in blocking investments in the hydrogen economy? A survey of actors' strategies, *Energy Policy* 38, 7189-7199.
- BROWN, M., CHANDLER, J., LAPSA, M. e SOVACOO, B. (2007), *Carbon Lock-in: Barriers to deploying climate change mitigation technologies*, Tennessee, Oak Ridge National Laboratory, https://portal.acs.org/preview/fileFetch/C/WPCP_012129/pdf/WPCP_012129.pdf (Acedido em: 3/01/2012).
- CAMPOS, H., AGUIRRE, I., PARELLADA, F. e PARRA, J. (2009), Technology Strategy and New Technology Based Firms, *Journal of Technology Management & Innovation*, V.4, 42-52.
- CARAÇA, J. (1993), *Do saber ao fazer: porquê organizar a ciência*, Lisboa, Gradiva, Coleção Trajectos Portugueses.
- COWAN, R. e HULTEN, S. (1996), Escaping lock-in: The case of the electric vehicle, *Technological forecasting and social change* 53, 61-80.
- DELAPIERRE, M., MADEUF, B. e SAVOY, A. (1998), NTBFs—the French case, *Research Policy* 26, 989–1003.
- DGEG (2012a), Áreas Sectoriais – Energias Renováveis, <http://www.dgeg.pt/> (Acedido em: 10/03/2012).
- DGEG (2012b), Política Energética – Estratégia Nacional para a Energia, <http://www.dgeg.pt/> (Acedido em: 10/03/2012).
- DGEG (2012c), Renováveis: Estatísticas Rápidas Julho de 2012, nº89, <http://www.dgeg.pt/> (Acedido em: 10/08/2012).
- DOSI, G. (1982), Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, *Research Policy* 11, 147-162.
- DRUCKER, P. (1997), *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*, Oxford, Butterworth Heinemann.
- ERNST&YOUNG (2009), *Renewable energy country attractiveness indices*, Issue 22, November 2009.

- EUROSTAT (2012), Energy dependence, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=0> (Acedido em: 21/10/2012).
- FERREIRA, M., SANTOS, J., REIS, N., e MARQUES, T. (2010), *Gestão Empresarial*, Lisboa, Lidel - edições técnicas, lda.
- FONTES, M. (2003), A criação de novas empresas por quadros altamente qualificados, *Publicação do Seminário “Empreendedorismo e Inovação Tecnológica: Plataformas para o Desenvolvimento Regional” – Universidade Minho 8-9 Maio 2003*.
- FONTES, M. e COOMBS, R. (1995), New technology-based firms and technology acquisition in Portugal: firms’ adaptive responses to a less favourable environment, *Technovation* 15(8), 497-510.
- FONTES, M. e COOMBS, R. (2001), Contribution of new technology-based firms to the strengthening of technological capabilities in intermediate economies, *Research Policy* 30, 79-97.
- FORTIN, M. (1996) *O Processo de Investigação - Da Concepção à Realização*, Lusociência, Loures.
- FOXON, T. (2002), Technological and institutional ‘lock-in’ as a barrier to sustainable innovation, *ICCEPT Working Paper*, <http://www.iccept.ic.ac.uk/public.html> (Acedido em: 29/11/2011).
- FOXON, T., GROSSA, R., CHASEB, A., HOWESB, J., ARNALLC, A., ANDERSON, D. (2004), UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures, *Energy Policy* 33, 2123-2137.
- FREEMAN, C. (1988), Japan: A new national system of innovation?, em Dosi, G. et al. (ed.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter, 330-348.
- FREEMAN, C. e PEREZ, C. (1988), Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour, em Dosi et al. (ed.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter, 38-66.
- GEELS, F. (2004), From sectoral systems of innovation to social-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, *Research Policy* 33, 897-920.
- GEELS, F. e KEMP, R. (2007), Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies, *Technology in Society* 29, 441-455.
- IEA (2011a), *CO2 Emissions from Fuel Combustion Highlights – 2011 Edition* [Maria Van der Hoeven (Dir.)] Paris, OCDE/IEA, <http://www.iea.org/> (Acedido em: 10/03/2012).
- IEA (2011b), *Key World Energy Statistics*, Paris, IEA, <http://www.iea.org/> (Acedido em: 10/03/2012).
- INE (2011), *Estatísticas do Ambiente 2010*, Lisboa, Instituto Nacional de Estatística - I.P, http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes (Acedido em: 8/03/2012).

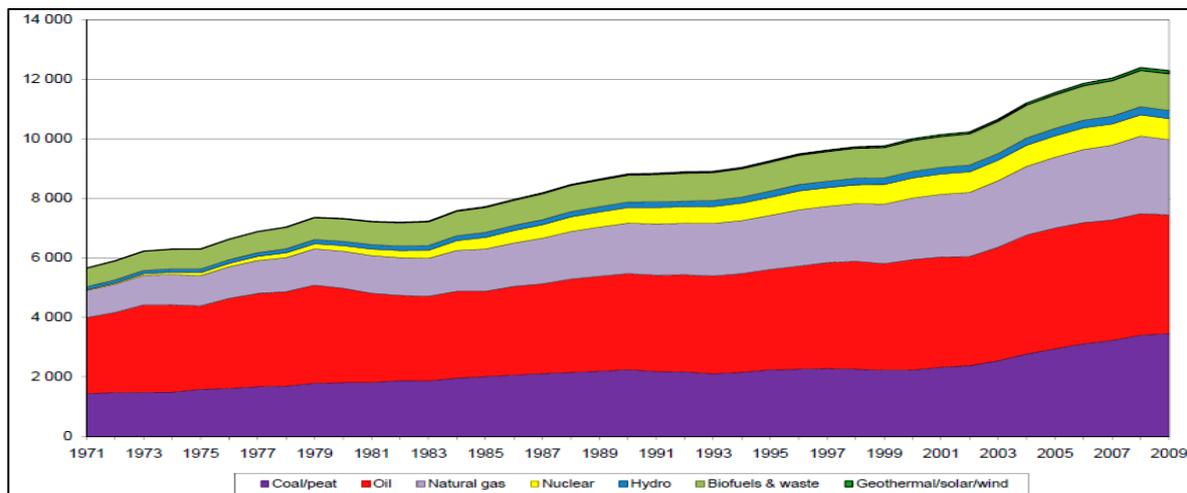
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K. e Reisinger, A. (Eds.)], Genebra, IPCC.
- IPCC (2011), Summary for Policymakers, *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (Eds.)], Nova Iorque, Cambridge University Press.
- IQF (2006), *O Sector do Ambiente em Portugal*, Lisboa, Instituto para a Qualidade na Formação, I. P.
- KEMP, R. (1994), Technology and the Transition to Environmental Sustainability: The Problem of Technological Regime Shifts, *Futures* 26 (10), 1023-46.
- KÖNNÖLÄ, T., UNRUH, G. e CARRILLO-HERMOSILLA, J. (2004), Prospective voluntary agreements to escape carbon lock-in, *IE Working Paper*, Centre for Eco-Intelligent Management.
- LARANJA, M. e FONTES, M. (1998), Creative adaptation: the role of new technology based firms in Portugal, *Research Policy* 26, 1023-1036.
- LEI n.º 64-B/2011, *Diário da República, 1.ª série, N.º 250, 30 de Dezembro de 2011*, http://sifide.adi.pt/arq/fich/Lei_n.º_64-B_2011.pdf (Acedido em: 10/08/2012).
- LICHT, G. e NERLINGER, E. (1998), New technology-based firms in Germany: a survey of the recent evidence, *Research Policy* 26, 1005–1022.
- MACHADO, S., FILHO, J., CARVALHO, M. e JUNIOR, R. (2001), *MPEs de Base Tecnológica: conceituação, formas de financiamento e análise de casos brasileiros*, Relatório de Pesquisa, Sebrae-SP - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo e IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, http://antigo.sp.sebrae.com.br/principal/conhecendo_a_mpe/estudos_setoriais_regionais/documentos_estudos_setoriais/embatec.pdf (Acedido em: 30/05/12).
- MINTZBERG, H. e QUIMM, J. (1992), *The Strategy Process – concepts and contexts*, New Jersey, EUA, Prentice-Hall.
- NAKICENOVIC, N. e NORDHAUS, W. (2001), Editors' introduction: The economics of technologies to combat global warming, *Energy Economics* 33, 565–571.
- OCDE (2011), Revisão do desempenho ambiental: Portugal de 2011 – *highlights*, <http://www.oecd.org/dataoecd/37/61/47466384.pdf>, (Acedido em:24/03/2012).
- PAINULY, J. (2001), Barriers to renewable energy penetration; a framework for analysis, *Renewable Energy* 24, 73-89.
- PER - Portal das energias renováveis (2012), <http://www.energiasrenovaveis.com> (Acedido em: 8/03/2012).
- PERKINS, R. (2003), Technological “lock-in”, Internet Encyclopaedia of Ecological Economics, International Society for Ecological Economics, <http://www.ecoeco.org/pdf/techlkin.pdf> (Acedido em: 29/11/11).

- PEREIRA, R. (2007), *Os instrumentos de financiamento às empresas de base tecnológica no Brasil*. Pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de São Carlos.
- PIMENTA, S. (2011), *O processo de criação de empresas spin-offs académicas na área das energias renováveis: o papel do empreendedor e das suas redes na mobilização de recursos e competências críticas à formação de empresa*. Mestrado em Gestão, ISCTE Business School, Instituto Universitário de Lisboa.
- PORTER, M. (1980), *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*, The Free Press, Nova Iorque.
- PÜMPIN, C. (2000), *Manual de Gestão para as Pequenas e Médias Empresas*, Lisboa, Monitor.
- COMISSÃO EUROPEIA (2006), *A nova definição de PME: guia do utilizador e modelo de declaração*, Publicações «Empresas e Indústria», http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_pt.pdf (Acedido em: 6/11/2012).
- REDDY, B. e PAINULY, J. (2004), Diffusion of renewable energy technologies – barriers and Stakeholders’ perspective, *Renewable Energy* 29, 1431–47.
- RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS n.º 29/2010, *Diário da República*, 1.ª série, N.º 73, 15 de Abril de 2010, <http://www.anmp.pt/files/dpeas/2010/pactoautarcas/p02/ENEnergia.pdf> (Acedido em: 10/08/2012).
- RÍO, P. e UNRUH, G. (2007), Overcoming the lock-out of renewable energy technologies in Spain: The cases of wind and solar electricity, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 1498-1513.
- SAGAR, A. e ZWAAN, B. (2005), Technological innovation in the energy sector: R&D, deployment, and learning-by-doing, *Energy Policy* 34, 2601-2608.
- SALAVISA, I. (1991), *A emergência de um novo paradigma tecno-económico e os pequenos países: o caso de Portugal*, Lisboa, DINÂMIA - Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica.
- SALAVISA LANÇA, I. (2001), *Mudança tecnológica e economia: crescimento, competitividade e indústria em Portugal*, Oeiras, Celta Editora.
- SANTANA, J. (2010), *Impactos da tecnologia no mundo globalizado – uma análise exploratória*. Mestrado em Gestão de Empresas, ISCTE-IUL.
- SCHUMACHER, E.F. (1980): *Small is beautiful: um estudo de economia em que as pessoas também contam*, Lisboa, Portugal: Dom Quixote.
- SHANE, S. (2003), *A General Theory of Entrepreneurship: The Individual-Opportunity Nexus*, Cheltenham, RU, Edward Elgar Publishing Limited.

- SIFIDE (2010), *Sistema de incentivos fiscais à I&D empresarial: 2006 – 2008*, [Fundação para a Ciência e Tecnologia - FCT, Gabinete de Planeamento, Estratégia, Avaliação e Relações Internacionais - GPEAR, Agência de Inovação – ADI], http://www.fct.pt/documentos/SIFIDE_2006-08.pdf (Acedido em: 24/03/2012).
- SILVA, C. (2009), *O mercado organizado de CO2 – oportunidade de investimento e melhoria do ambiente – compatíveis?*. Mestrado em Mercados e Activos Financeiros, ISCTE-IUL.
- SOUSA, C. (1997), *Difusão da Inovação tecnológica nos sectores dos moldes e do vestuário em Portugal*. Mestrado em Economia de Gestão de Ciência e Tecnologia, Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG).
- SOUSA, C., FONTES, M, VIDEIRA, P. (2011), The role of entrepreneurs social networks in the creation and early development of biotechnology companies, *International Journal of Entrepreneurship and Small Business* 12, 227-244.
- STERN, N. (2007), *The economics of climate change: the Stern review*, Cambridge, Cambridge University Press.
- STOREY, D. e TETHER, B. (1998), Public policy measures to support new technology-based firms in the European Union, *Research Policy* 26, 1037–1057.
- TEIXEIRA, E. (2009), *Energia, Inovação e Concorrência – Que papel para as políticas públicas na construção de um novo modelo energético?*. Dissertação de Mestrado em Economia e Políticas Públicas, ISCTE-IUL.
- UNRUH, G. (2000), Understanding carbon lock-in, *Energy Policy* 28, 817-830.
- UNRUH, G. (2002), Escaping carbon lock-in, *Energy Policy* 30, 317-325.
- UNRUH, G. e CARRILLO-HERMOSILLA, J. (2006), Globalizing carbon lock-in, *Energy Policy* 34, 1185-1197.
- VERBRUGGEN, A., FISCHEDICK, M., MOOMAW, W., WEIR, T., NADAĬ, A., NILSSON, L.J. NYBOER, J. e SATHAYE, J. (2009), Renewable energy costs, potentials, barriers: Conceptual issues, *Energy Policy* 38, 850–861.
- VIRGÍLIO, R. (2009): *Solar energy in Portugal: Development perspectives based on a comparison with Germany*. Master in International Management, ISCTE - IUL.

ANEXOS

Anexo 1 – Produção mundial de energia por fonte (Mtoe*)



*Mtoe – Milhões de toneladas de equivalente de petróleo

Fonte: IEA (2011b).

Anexo 2 – Principais barreiras para a comercialização e desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis

1. Barreiras de custo-eficácia	
Externalidades de benefícios e custos	<p>O funcionamento eficiente dos mercados pode ser comprometido pela existência de benefícios e custos não apropriados, isto é, externalidades positivas ou negativas, resultantes de transações de mercado que são realizadas ou recebidas por entidades não envolvidas diretamente nessa transação. Por um lado, as tecnologias ambientalmente sustentáveis produzem <u>benefícios externos</u>, principalmente associados à redução de emissões de GEE, pelos quais os produtores e consumidores dessas tecnologias não são compensados, desmotivando a sua produção e/ou utilização. Por outro lado, os produtores e utilizadores de tecnologias poluidoras não compensam/internalizam os <u>custos externos</u> (problemas sociais e ambientais) que provocam, tornando difícil a tecnologias alternativas competir em preço.</p>
Custos elevados	<p>Os custos elevados são uma barreira que a maior parte das novas tecnologias enfrenta, sobretudo por consequência de ainda não terem beneficiado de melhorias através da aprendizagem ou do desenvolvimento de mercados de massa que cria economias de escala significativas. Os custos elevados estão geralmente associados aos <u>custos de produção</u> e/ou aquisição e aos <u>custos de manutenção</u> e operacionalização mas têm outras causas como os elevados <u>custos iniciais de financiamento e investimento</u>, os quais se ficam a dever às elevadas taxas de juro e taxas de desconto (reflexo de maiores riscos) mas também ao acesso limitado ao crédito, sobretudo de pequenas empresas e famílias com baixos rendimentos. Contudo, algumas tecnologias têm também custos inerentemente superiores devido aos métodos de produção altamente precisos, subsistemas adicionais e devido à utilização de materiais pouco usuais ou outros componentes.</p>
Riscos técnicos	<p>Quando existe <u>insuficiente validação da performance</u> de uma nova tecnologia a sua fiabilidade é incerta o que torna mais seguro optar por tecnologias mais familiares. Assim, sem informação tecnológica válida sobre a fiabilidade, confiança, durabilidade, compatibilidade, facilidade de utilização e custo-eficácia técnica, obtidas, por exemplo, através de <u>demonstrações monitorizadas</u>, é difícil competir com produtos e abordagens</p>

1. Barreiras de custo-eficácia	
	incumbentes e quase impossível atrair o investimento necessário para a melhoria de produtos e redução de custos na produção. Estes riscos abrangem ainda outros fatores de incerteza como os elevados custos operacionais/laborais e a falta de standardização.
Riscos de mercado	Os riscos de mercado incluem, entre outros fatores, o seguinte: <u>baixa procura típica de tecnologias emergentes</u> incluindo falta de acordos de compra de produto a longo-prazo; <u>incerteza quanto ao preço de certos produtos e matérias-primas</u> (ex.: a volatilidade dos preços dos combustíveis fósseis faz com que quando os preços se alteram tornem incerto o desenvolvimento do preço dos recursos energéticos alternativos, o que é exacerbado pelo facto de os subsídios públicos tenderem a seguir os aumentos e decréscimos da trajetória de preços da energia); e <u>a possibilidade de uma tecnologia superior surgir</u> , o que torna obsoletas as tecnologias alternativas.
Falta de conhecimento especializado	Em muitos mercados de tecnologias hipocarbónicas, sobretudo tecnologias recentes, existe um <u>fornecimento limitado de pessoal com competências</u> para instalação, operação, avaliação e manutenção do equipamento requerido, bem como <u>poucos programas de formação</u> . Por seu turno, os órgãos de decisão (ex.: gestores e políticos) têm <u>falta de conhecimentos de referência</u> relativamente à forma de como devem (ou o porquê de) explorar certas tecnologias; e os cientistas carecem de competências de empreendedorismo necessárias para o desenvolvimento e gestão de projetos. Estas lacunas tornam mais dispendioso o desenvolvimento tecnológico. Por último, é de salientar que a falta de trabalhadores experientes e bem qualificados pode ter igualmente um <u>efeito de demonstração negativo</u> que desencoraja a adoção por parte de outros agentes.

2. Barreiras fiscais	
Política fiscal desfavorável	As tecnologias podem alterar-se mais depressa do que a política fiscal, conduzindo à existência de políticas ultrapassadas que incentivam comportamentos ou tecnologias indesejadas. Assim, subsídios com efeitos de distorção que favorecem fontes de energia convencionais e elevados níveis de consumo energético; tarifas desfavoráveis definidas pelo sector público (ex.: tarifas aduaneiras muito elevadas para certas fontes de energia renovável como o etanol); políticas fiscais que atrasam a evolução da reposição do <i>stock</i> de capital; e a definição desfavorável de políticas de preços (ex.: políticas associadas ao preço da energia elétrica), entre outros exemplos, ilustram este fenómeno.
Incerteza fiscal	Políticas que subsidiam tecnologias energéticas numa base inconstante, esporádica ou arbitrária não motivam um comportamento de mercado racional e questionam a eficácia de alguns incentivos, como certas taxas de crédito à produção. Da mesma forma, a incerteza futura relacionada com as emissões de GEE ou outros danos ambientais também distorcem as opções de investimento.

3. Barreiras legais e de regulação	
Políticas de regulação desfavoráveis	As regulações e leis são impostas em grande medida para assegurar a produção de um bem público ou de resultados que possam de outra forma não ocorrer, mas podem também tornar-se impedimentos para a inovação e competição. As barreiras legais que surgem no mercado são, assim, todas as políticas de regulação e leis desfavoráveis ou ineficientes que, pelo carácter muitas vezes variável e imprevisível, têm efeitos de distorção favorecendo as fontes de energia convencionais e criando desvantagens para as tecnologias ambientalmente sustentáveis (ex.: tentativas de controlo de entradas no mercado, políticas desfavoráveis de preços e salários, <i>standards</i> de produção ultrapassados, leis que impedem contratos de poupança energética, etc.)

3. Barreiras legais e de regulação	
Incertezas legais	A instabilidade de muitas políticas de regulação, as dúvidas quanto a futuras leis e regulações no âmbito dos GEE ou de proteção ambiental (ex.: incerteza quanto ao tratamento de resíduos nucleares) e a incerteza quanto a futuros estatutos, incluindo o portfólio de <i>standards</i> para a eficiência energética e direitos de propriedade, provocam relutâncias e acrescem os riscos de investimento em tecnologias hipocarbónicas.
Entraves administrativos e burocráticos	Quando se verifica a existência de numerosos, confusos e por vezes desnecessários processos burocráticos, relacionados, por exemplo, com os procedimentos de autorização para a construção de certas infraestruturas de exploração ou distribuição, criam-se importantes obstáculos ao desenvolvimento de tecnologias hipocarbónicas, quer por desfavorecerem a sua utilização/produção, quer pela incerteza que causam. Estes entraves surgem também quando se verifica a existência de diferenças conflituais entre procedimentos e competências de diferentes órgãos governamentais ou regiões, o que atrasa a emissão de licenças, aumenta os custos de transação e eleva os riscos para os responsáveis de um projeto.

4. Barreiras de propriedade intelectual	
Custos elevados de transação de propriedade intelectual	Estes custos relacionam-se com a condução de pesquisa de pré-aplicação de patentes, revisão da qualidade de patenteação do produto, preparação de desenhos oficiais, preenchimento de formulários, pagamento de taxas, etc. Variam em função da tecnologia e embora possam, à partida, não impedir grandes empresas tecnológicas, devem ser considerados ainda os custos necessários para a continuidade, manutenção e monitorização contra infrações (o que pode implicar custos elevados com processos litigiosos de defesa de patentes). Além disso, podem existir visões conflituantes quanto ao valor e propriedade de uma patente (o que, por exemplo, previne o estabelecimento de <i>royalties</i> aceitáveis); são comuns problemas administrativos com as entidades responsáveis; e, tipicamente, são processos morosos.
Práticas de patenteação anti-competição	As patentes podem ser usadas pelas empresas enquanto instrumentos para impedir a inovação e a competição, como ferramentas de negociação, ou para prevenir e defender contra infrações. As três práticas mais severas são a warehousing (algumas companhias acumulam direitos de patentes, sem qualquer intenção de produção ou venda, simplesmente para extrair proveitos de entidades que eventualmente ver-se-ão obrigadas a infringir esses direitos, o que cria monopólios virtuais para um dado processo ou produto, estimulando o acréscimo de custos), supressão (resulta da não utilização e não difusão de uma tecnologia por ação propositada daqueles que a detêm, limitando a capacidade de outros criarem ou explorarem um dado processo ou produto inovador, embora possa ser intencional quando existem, por exemplo, recursos inadequados, incompetência por parte dos detentores das patentes e atrasos no desenvolvimento de invenções) e bloqueio de patentes (algumas empresas patenteiam processos e tecnologias apenas para que outras empresas não possam entrar no mercado, obrigando a competição a pedir uma licença para poderem produzir naquele domínio).
Fraca proteção internacional de patentes	Devido à inconsistência ou inexistência de mecanismos de proteção em determinados países, sobretudo subdesenvolvidos ou mercados emergentes, muitas empresas acreditam que estariam numa desvantagem competitiva em difundir a sua tecnologia.
Perceções de Universidades, Indústrias e Governo	Acordos que encorajam empresas, universidades e governo a desenvolverem projetos conjuntos requerem o estabelecimento prévio de direitos de propriedade intelectual criados pela pesquisa, de forma que se torne favorável para todos os envolvidos, o que nem sempre se verifica. Além disso, algumas empresas são relutantes em cooperar com universidades/laboratórios pois encaram-nos como sendo demasiado dependentes de regulações governamentais, destituídos de espírito empresarial e com falta de

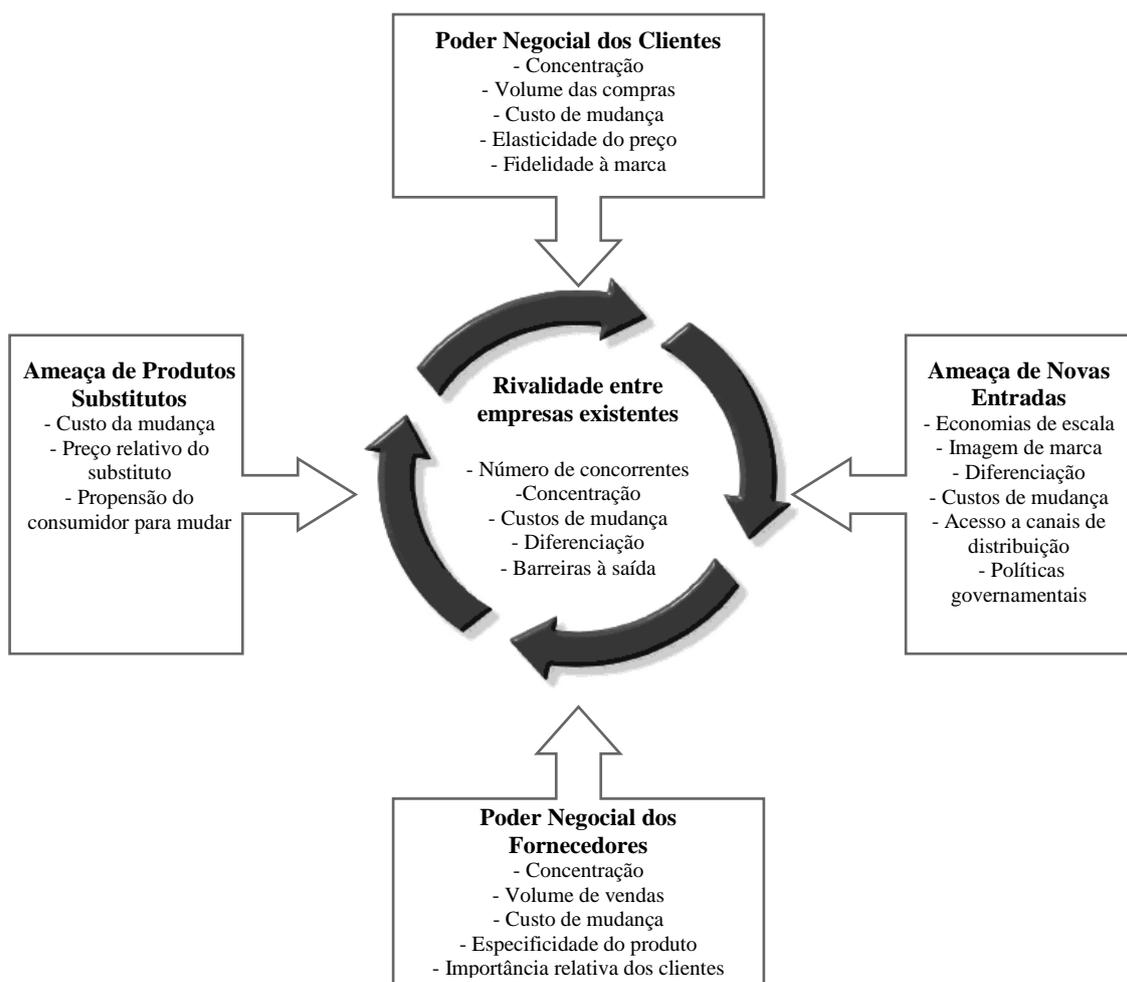
4. Barreiras de propriedade intelectual	
	experiência de mercado. Alguns cientistas e académicos também se opõem a estas colaborações por considerarem que a comercialização da pesquisa das universidades compromete a livre partilha de conhecimento.

5. Outras Barreiras	
Informação incompleta e imperfeita	Informação de confiança sobre o preço e a qualidade de um produto permite a uma empresa identificar os meios menos dispendiosos de produção e dá aos consumidores a opção de selecionarem bens e serviços que melhor satisfazem as suas necessidades. No entanto, a informação sobre tecnologias amigas do ambiente é em geral incompleta, indisponível, dispendiosa e difícil de obter, principalmente porque a recolha de informação consome tempo e recursos, especialmente para pequenas empresas, e muitas indústrias preferem utilizar o seu capital financeiro e humano noutras prioridades de investimento. Este fenómeno inclui: <u>falta de informação de confiança</u> sobre a <i>performance</i> tecnológica; <u>benefícios confusos e complexidades na tomada de decisão</u> , o que torna difícil determinar a <i>performance</i> de uma dada tecnologia; <u>informações incorretas e mitos</u> ; e <u>falta de aprendizagem sociotécnica/e de utilizadores</u> (as mudanças podem exigir alterações culturais e de normas sociais bem como maior adesão social).
Limitações de infraestruturas	Muitas tecnologias não são bem-sucedidas devido a certas limitações infraestruturais que incluem: <u>sistemas físicos e instalações críticas inadequadas</u> (ex.: inexistência de canais de distribuição para algumas energias como o hidrogénio ou o etanol); <u>falta de tecnologias complementares</u> (a redução do preço de certas tecnologias complementares ou melhoria da sua <i>performance</i> pode aumentar a probabilidade de adoção de uma tecnologia com interesse); e <u>insuficientes canais de distribuição e compra</u> (ex.: sistemas insuficientes de fornecedores provocam falhas no acesso a determinadas matérias-primas ou a falta de serviços de apoio, como serviços de operação e manutenção - O&M).
Estrutura industrial	Primeiramente, consideram-se duas barreiras fundamentais: <u>monopólios naturais</u> de alguns sectores energéticos, que diminuem a competição e aumentam os custos; e a <u>fragmentação industrial</u> , que atrasa a mudança tecnológica, limita a disponibilidade de capitais para investimento e complica os esforços de coordenação. Aqui poder-se-á incluir ainda a <u>difficuldade em aceder a uma dada rede</u> provocada por forças discriminatórias e custos injustos, consequência não só da ação dos operadores dominantes dessas redes, mas também da existência de certas regulações de conexão que permitem às empresas dominantes agir dessa forma (ex.: conflitos entre as regulações que favorecem o acesso das renováveis às redes elétricas e as que protegem a segurança dos que já lá operam).
Incentivos incorretamente alocados	Ocorrem quando o comprador/proprietário de uma tecnologia não é o consumidor/utilizador – um fenómeno conhecido como o <u>problema do principal/agente</u> . Neste cenário, quando o agente toma uma decisão num dado mercado, o principal arrecada as consequências dessa decisão. Em muitas situações de mercado os compradores adquirem certos equipamentos em nome dos consumidores sem terem em consideração os seus melhores interesses, isto é, inibindo investimentos energeticamente e ambientalmente mais eficientes (ex.: os compradores de carros em primeira-mão decidem o conjunto de veículos disponíveis para os compradores de carros usados).

5. Outras Barreiras	
Incerteza política	Refere-se sobretudo à incerteza quanto a futuras políticas ambientais (ex.: futuras disposições legais dos GEE) o que contribui para uma atitude de «esperar para ver» entre grande parte dos poluidores. Estas incertezas são elevadas quando somadas a falhas de liderança, corrupção, instabilidade político-social, forças de <i>lobby</i> e interesses conscientes que dificultam o desenvolvimento tecnológico de uma região ao limitarem investimentos internos e externos.
Contestação social / Resistência à mudança	Muitas vezes as queixas provenientes de alguns grupos sociais, como as ONG, podem bloquear o desenvolvimento de projetos por períodos substanciais (ex.: contestação contra a construção de um parque eólico por parte de residentes locais que pretendem preservar a paisagem). Este tipo de oposição pode ter como base assimetrias de informação ou falhas de comunicação, pelo que campanhas de informação e negociações entre os responsáveis por um projeto e as comunidades de contestação podem ser essenciais para reduzir ou evitar a discórdia. No entanto, a contestação pode igualmente ter origem em grupos com interesses conscientes, cujo único objetivo é o de efetivamente colocar entraves ao desenvolvimento de certas tecnologias (ex.: empresas petrolíferas).

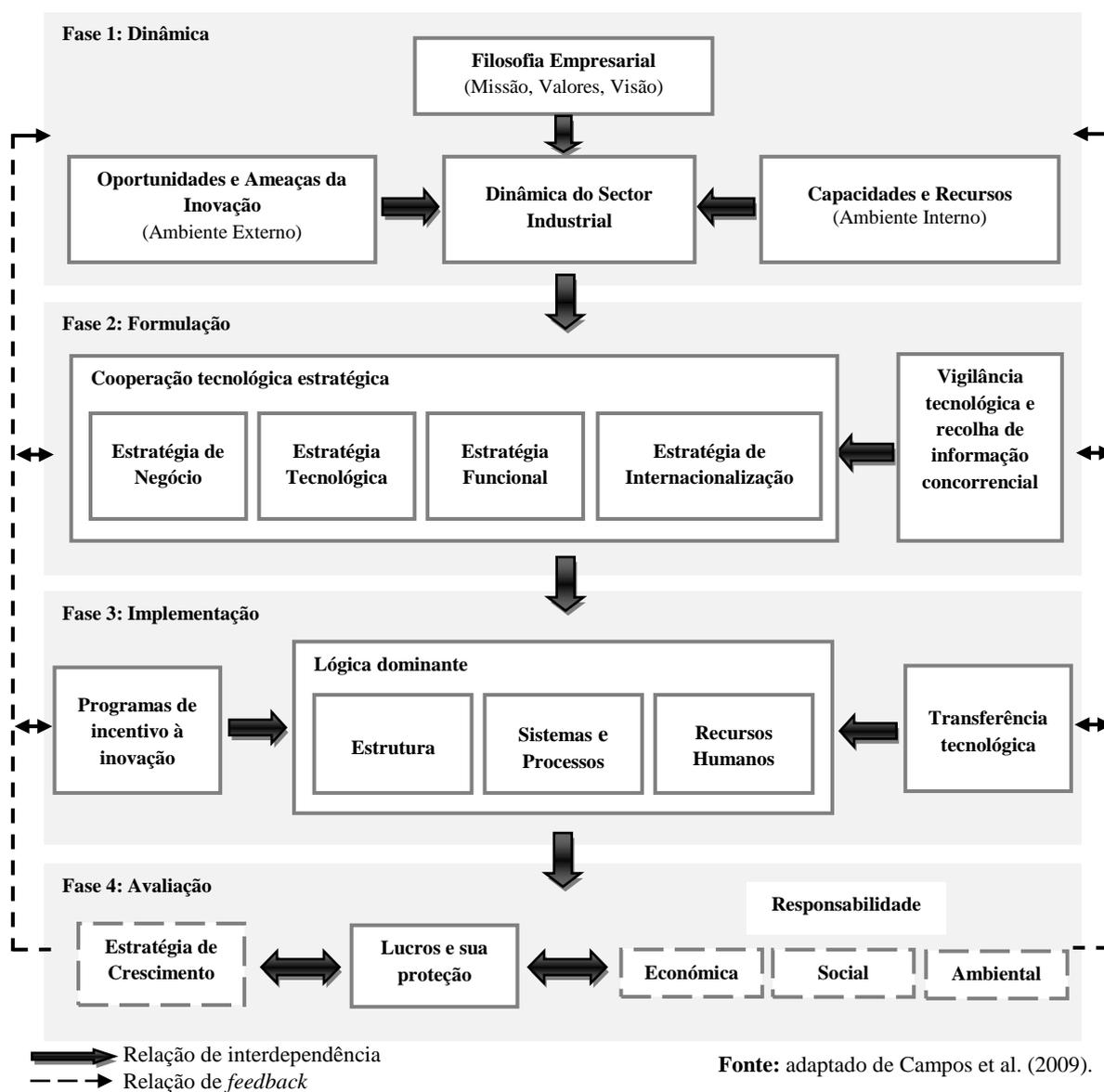
Fonte: adaptado de Brown, et al. (2007).

Anexo 3 – Modelo das Cinco Forças Competitivas de Porter



Fonte: adaptado de Porter (1980).

Anexo 4 – O processo de estratégia tecnológica



Anexo 5 – Metas ENE 2020 para potência instalada e dados mais recentes de FER em Portugal Continental e Regiões Autónomas da Madeira e Açores.

Fontes de Energia Renovável	ENE 2020 (MW)	2010 (MW)	Taxa de realização
Hídrica >= 10MW	8.600	4.539	53%
Hídrica < 10MW	250	378	151%
Eólica	8.500	3.912	46%
Solar	1.500	134	9%
Biomassa	250	678	271%
Geotérmica	250	30	12%
Ondas	250	-	-

Fonte: adaptado de DGEG (2012b).

Anexo 6 – Potência instalada nas centrais produtoras de energia elétrica (MW) em Portugal Continental – valores totais (A6a) e pesos relativos (A6b) das ER.

A6a.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	jul. 2012*	TCMA
Hídrica	4.263	4.288	4.292	4.561	4.752	4.784	4.787	4.792	4.821	4.837	5.280	5.283	2,2%
Eólica	114	175	253	537	1.047	1.681	2.446	3.037	3.519	3.863	4.301	4.332	43,8%
Biomassa	352	380	360	369	369	381	381	381	460	466	472	472	3,0%
Resíduos sólidos urbanos	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	0,0%
Biogás	1,0	1,0	1,0	7	8	8	12	12	20	28	40	53	44,7%
Fotovoltaica	1,3	1,5	2,1	2,7	2,9	3,4	15	59	104	123	155	178	61,3%
Ondas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Total	4.819	4.934	4.996	5.565	6.267	6.946	7.729	8.369	9.012	9.405	10.337	10.406	7,9%

*A potência instalada para 2011 e 2012 é provisória.

Fonte: adaptado DGEG (2012c).

TCMA – Taxa de Crescimento Média Anual entre 2001 e 2011.

A6b.

	2001	2005	2010	2011*	jul. 2012*
Hídrica	88,5%	75,8%	51,4%	51,1%	50,8%
Eólica	2,4%	16,7%	41,1%	41,6%	41,6%
Biomassa	7,3%	5,9%	5%	4,6%	4,5%
Resíduos sólidos urbanos	1,8%	1,4%	0,9%	0,9%	0,8%
Biogás	0%	0,1%	0,3%	0,4%	0,5%
Fotovoltaica	0%	0%	1,3%	1,5%	1,7%
Ondas	0%	0%	0%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: adaptado DGEG (2012c).

Anexo 7 – Produção elétrica a partir de energias renováveis (GWh) em Portugal Continental - valores totais e pesos relativos.

	2001	%	2005	%	2010	%	2011*	%	jul. 2012*	%
Hídrica	14.240	89%	5.000	58%	16.249	57%	11.827	49%	6.551	34%
Eólica	239	1%	1.741	20%	9.078	32%	9.003	37%	9.388	49%
Biomassa	1.086	7%	1.350	16%	2.191	8%	2.357	10%	2.410	13%
Resíduos sólidos urbanos	511	3%	545	6%	455	2%	486	2%	414	2%
Biogás	2,2	0%	31	0%	97	0%	152	1%	185	1%
Fotovoltaica	2	0%	4	0%	213	1%	265	1%	313	2%
Ondas	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total	16.080	100%	8.671	100%	28.283	100%	24.090	100%	19.261	100%

* Ano móvel de julho de 2011 a junho de 2012. A Produção Bruta + Saldo Importador é provisória para 2011 e 2012.

Fonte: adaptado DGEG (2012c).

Anexo 8 – Guião de Entrevista.

Esta entrevista tem como objetivo analisar o processo estratégico de uma pequena empresa de base tecnológica a operar no domínio de tecnologias ambientalmente sustentáveis. Para o efeito são consideradas Pequenas e Médias Empresas que estão enquadradas nas áreas das energias renováveis, quer pela oferta de produtos/tecnologia ou pela prestação de serviços.

Os resultados deste questionário destinam-se à elaboração de uma Dissertação de Mestrado que pretende averiguar o papel estratégico que novas empresas de base tecnológica podem assumir no processo de transição nacional para um sistema tecnológico hipocarbónico. Esta dissertação insere-se ainda no Projeto de Investigação TESS - Transição para um sistema energético ambientalmente sustentável - O papel das empresas intensivas em tecnologia na comercialização das tecnologias energéticas emergentes, financiado pela FCT (PTDC/CS-ECS/113568/2009) e a decorrer no DINÂMIA'CET-IUL, do ISCTE-IUL, em colaboração com o LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, em Lisboa.

1 - Ficha do Inquirido:

1.1 - Nome: _____ **1.2** - Sexo: _____ **1.3** - Idade: _____

1.4 - Posição desempenhada: _____

1.5 - Grau académico: _____ Área científica (se aplicável) _____

1.6 - Atividade exercida antes da atual (ex.: investigador, trabalhador de outra empresa)? _____

1.6(a) - Mantém vínculo com essa organização (se aplicável)? _____

1.7 - Exerce atividade em outra para além da empresa em questão? _____

2 - Dados da empresa:

2.1 - Designação da empresa: _____ **2.2** - Ano de criação: _____

2.3 - Morada/Concelho: _____

2.4 - Contactos: *Telefone* _____ *E-mail* _____

Website _____

2.5 - CAE: _____ Descrição CAE: _____

2.6 - Atividades e produtos desenvolvidos pela empresa:

2.6(a) - Atividade/produto principal da empresa: _____

2.6(b) - Outras atividades/produtos da empresa: _____

2.7 - Como se originou a empresa?

Independente	<i>Spin-off</i> de Universidade ou centro de investigação	<i>Spin-off</i> empresarial	Outra. Qual?

2.7 (a) – Se resultou de um *spin-off* que papel desempenhou a organização de origem? (ex. que recursos forneceu, quais as principais barreiras que ajudou a superar, quais os apoios prestados, etc.)

2.7 (b) – Ainda mantém relações com a organização de origem? _____

2.8 - Clientes:

2.8(a) - Qual o tipo de clientes (por ordem de importância):

Empresas	Consumidor final	Administração Pública	Outras instituições. Quais?

2.8(b) – Qual o peso de clientes internacionais?

- a) 0% (Não possui clientes internacionais)
- b) 1% – 20%
- c) 21% – 40%
- d) 41% – 60%
- e) 61% – 80%
- f) 81% – 100%

2.8(c) – Se resposta anterior diferentes de a), qual a nacionalidade desse(s) cliente(s)? _____

2.9- Qual o **volume de negócios** nos últimos 3 anos (em euros, valor aproximado):

	2009	2010	2011
1	a) Até 100.000	a) Até 100.000	a) Até 100.000
2	b) 100.001 a 500.000	b) 100.001 a 500.000	b) 100.001 a 500.000
3	c) 500.001 a 2.000.000	c) 500.001 a 2.000.000	c) 500.001 a 2.000.000
4	d) 2.000.001 a 5.000.000	d) 2.000.001 a 5.000.000	d) 2.000.001 a 5.000.000
5	e) 5.000.001 a 10.000.000	e) 5.000.001 a 10.000.000	e) 5.000.001 a 10.000.000
6	f) 10.000.001 a 25.000.000	f) 10.000.001 a 25.000.000	f) 10.000.001 a 25.000.000
7	g) 25.000.001 a 50.000.000	g) 25.000.001 a 50.000.000	g) 25.000.001 a 50.000.000
8	h) Superior a 50.000.000	h) Superior a 50.000.000	h) Superior a 50.000.000

2.10 - Qual o número de trabalhadores da empresa nos últimos 3 anos:

	2009	2010	2011
Total			
Licenciados			
Mestres e Pós-graduados			
Doutorados			

2.11 - O financiamento da empresa proveio, nos últimos 3 anos, de (em percentagem):

Capitais próprios	Recurso ao crédito	Capital de risco	Incentivos públicos (quais)	Outros

3 - Estratégia:

3.1- Estratégia de Negócio:

3.1(a) - Como descreve a atual orientação estratégica da empresa?

1	a) Concorrência pelos preços		
2	b) Diferenciação pela qualidade/confiabilidade		
3	c) Diferenciação pela <i>performance</i> tecnológica		
4	d) Diferenciação pelo <i>design/projeto</i>		
5	e) Estratégia de nicho		
6	f) Centrada no Cliente (<i>tailor made</i>)		
7	g) Outra. Qual?		

3.2 - Estratégia Tecnológica:

3.2(a) - Como caracteriza a atual estratégia tecnológica da empresa?

1	Introduzir produtos/tecnologias novos para o mercado (inovação radical)		
2	Introduzir produtos/tecnologias novos para a empresa (inovação incremental)		
3	Melhoria de produto/tecnologias existentes		
4	Aquisição de tecnologias já existentes para produção interna		
5	Aquisição e comercialização de tecnologias já existentes		
6	Outra. Qual?		

3.2(b) - A empresa realiza I&D?_____ Se sim:

3.2(b1) Em que % do volume de negócios: _____

3.2(b2) De que tipo:

Investigação	
Desenvolvimento experimental	

3.2(c) – Quantas patentes possui a empresa?

- pedidas: _____

- concedidas: _____

- licenciadas (a quem ou por quem?) _____

3.3 - Estratégia Funcional e de Organização:

Recursos Humanos:

3.3(a) - Existem alguns programas específicos de formação para os recursos humanos? _____
Quais? _____ Formação por meio de agentes internos e/ou externos? _____

Marketing:

3.3(b) - A organização aposta na publicidade junto dos principais clientes? _____ Se sim, quais os meios privilegiados (rádio/televisão, feiras internacionais/nacionais, *mailings/newslwtters*, revistas/jornais, website da empresa, redes sociais, etc.)? _____

3.3(c) - O marketing resulta de iniciativas que partem da própria organização ou de serviços externos? _____

3.3(d) - A empresa realiza estudos de mercado? _____ Se sim, sobre que domínios (clientes, concorrentes, fornecedores, etc.)? _____

Estrutura Organizacional e Sistema de Informação:

3.3(e) - Qual a importância das seguintes práticas de gestão na sua empresa (1=Nada importante; 5= Extremamente importante)

	1	2	3	4	5	Ns/Nr
Estrutura Organizacional						
1	Uso constante de equipas multidisciplinares com grande autonomia					
2	Reuniões informais e <i>brainstorm</i>					
3	Pequenas reorganizações ocorrem frequentemente para garantir a adaptação às exigências do ambiente					
4	Processo decisório ágil, pouco burocrático					
Sistemas de Informação						
5	Comunicação eficiente em todas as direções da cadeia hierárquica					
6	Empregados com amplo acesso ao banco de dados e conhecimento da empresa /Existência de sistema de informação intra-organizacional (ex. Intranet)					
7	Disciplina e incentivo na documentação do conhecimento da empresa (ex. Manual de Acolhimento, transparência de operacionalização, etc.)					

3.3(f) - A empresa possui alguma política de *Corporate Governance* ou Responsabilidade Social? _____ Se sim, podia descrever algumas das ações nesse domínio? _____

3.5 - Estratégias de cooperação e *networking*:

3.5(a) - A empresa participa em parcerias ou projetos de colaboração com outras instituições? _____ Se sim:

1	Tipo de instituição			
2	Nacional ou estrangeiro			
3	Tipo de parceria (ex. comercial, I&D, transferência tecnológica, financiamento, etc.)			
4	Tipo de acordo (formal ou informal)			

3.5(b) - O que espera a empresa obter com o estabelecimento de processos de cooperação (se aplicável e em termos de importância - 1=Nada importante; 5= Extremamente importante)?

		1	2	3	4	5	Ns/Nr
1	Conhecimento científico e tecnológico						
2	Informação sobre mercado/clientes nacionais						
3	Informação sobre mercado/clientes internacionais						
4	Informação sobre financiamento/sistemas de incentivos						
5	Informação sobre possíveis parcerias/alianças						
6	Acesso a recursos técnicos especializados e/ou instalações						
7	Acesso a recursos humanos altamente qualificados						
8	Acesso a competências complementares e críticas para a empresa						
9	Obtenção de financiamento externo						
10	Outros. Quais? _____						

4 - Estratégia de crescimento e principais obstáculos:

4.1 - Nos próximos 3 anos, qual a prioridade que atribui para a sua empresa aos objetivos estratégicos que se enunciam (1=Nada prioritário; 5= Extremamente prioritário):

		1	2	3	4	5	Ns/Nr
1	Entrar em novos mercados. Quais? _____						
2	Lançar produtos/serviços novos para a empresa						
3	Lançar produtos/serviços novos para o mercado						
4	Melhorar atuais produtos/serviços						
5	Investir na obtenção de patentes/licenças						
6	Aumentar o volume de vendas						
7	Aumentar a capacidade produtiva						
8	Exportar/aumentar as exportações						
9	Absorver/fundir-se com outras empresas						
10	Criar novas empresas						
11	Criar/reforçar acordos de colaboração e outras alianças						
12	Diversificar clientes						
13	Aumentar a capacidade de I&D						
14	Consolidar o mercado nacional						
15	Outro. Qual? _____						

4.2 - Nos próximos 3 anos, quais as medidas que em termos internos considera mais importantes (1=Nada importante; 5= Extremamente importante):

		1	2	3	4	5	Ns/Nr
1	Adquirir novo equipamento						
2	Mudar a estrutura da empresa						
3	Aumentar o número global de trabalhadores						
4	Reduzir o número global de trabalhadores						
5	Contratar pessoal com qualificação média						
6	Contratar engenheiros						
7	Contratar gestores/economistas						
8	Investir em ações de formação						
9	Investir na criação/desenvolvimento do marketing e/ou serviço comercial						
10	Criar/desenvolver atividades de <i>design</i>						
11	Criar/reforçar atividades de I&D						
12	Investir em programas de responsabilidade social e/ou ambiental						
13	Outro. Qual? _____						

4.3 - Em termos de importância, quais considera serem os principais obstáculos/barreiras para o negócio da empresa e a prossecução dos seus objetivos estratégicos (1=Nada importante; 5= Extremamente importante):

		1	2	3	4	5	Ns/Nr
a) Barreiras de custo-eficácia							
1	Custos elevados em comparação com tecnologias alternativas (produção, manutenção, investimento, financiamento, etc.)						
2	Riscos técnicos (incerteza quanto à <i>performance</i> de uma tecnologia, etc.)						
3	Externalidades de benefícios e custos / incapacidade de apropriação dos retornos de investimento						
4	Riscos de mercado (baixa procura, incerteza quanto ao preço de produtos ou matérias-primas, surgimento de tecnologia substituta, etc.)						
5	Falta de conhecimento especializado						
b) Barreiras fiscais							
6	Política fiscal desfavorável						
7	Incerteza fiscal						
c) Barreiras legais e de regulação							
8	Políticas de regulação desfavoráveis						
9	Incertezas legais (no âmbito ambiental ou outros)						
10	Entraves administrativos e burocráticos						
11	Evolução desfavorável das políticas públicas de promoção das energias renováveis. Especifique						
d) Barreiras de propriedade intelectual							
12	Custos elevados de transação de propriedade intelectual						
13	Práticas de patenteação anti-competição						
14	Fraca proteção internacional de patentes						
15	Dificuldade em estabelecer acordos de colaboração (com universidades, outras empresas, etc.)						
f) Outras Barreiras							
16	Dificuldade e custo do acesso ao crédito bancário						
17	Quadro macroeconómico desfavorável						
18	Informação incompleta e/ou imperfeita						
19	Limitações de infraestruturas						

20	Concorrência						
21	Incerteza política						
22	Contestação social / Resistência à mudança						
23	Outro. Qual? _____						

4.4 – Qual a sua perceção relativamente a:

- Oportunidades do sector
- Papel das políticas públicas
- Papel das grandes empresas do sector

Anexo 9 – Critérios de classificação de PME.

Dimensão	Nº Efetivos	Volume de Negócios ou Balanço Total
PME	< 250	≤ 50 Milhões de Euros (VN) ou ≤ 43 Milhões de Euros (BT)
Micro	< 10	≤ 2 Milhões de Euros
Pequena	< 50	≤ 10 Milhões de Euros
Média	As PME que não forem micro ou pequenas empresas	

Fonte: adaptado de Comissão europeia (2006).

Anexo 10 – Distribuição das empresas por tipo e área de atividade.

	Solar	Eficiência Energética	Eólica	Bioenergias	Hídrica	Geotérmica	Hidrogénio	Ondas
Comercialização de tecnologia de 3ºs	15	1	8	6	3	2	0	0
Comercialização de tecnologia de 3ºs + Prod.º/Tecn. Própria	1	0	0	0	0	0	0	0
Comercialização de tecnologia de 3ºs + Serviços	14	13	8	3	2	1	1	0
Produtos/Tecnologia Própria	4	1	3	4	0	0	1	0
Prod.º/Tecn. Própria + Serviços	0	2	1	0	0	0	0	1
Serviços de Eficiência Energética	0	5	0	0	0	0	0	0
Total	34	22	20	13	5	3	2	1

*Uma vez que uma empresa pode atuar em mais do que uma área, os totais podem exceder o número total de empresas da amostra, isto é, **51 empresas**.

Fonte: elaboração própria.

Anexo 11 – Distribuição das empresas por tipo de negócio e origem.

	<i>Spin-off Académico</i>	<i>Spin-off Empresarial</i>	Independente	Total
Comercialização de tecnologia de 3ºs	3	2	15	20
Comercialização de tecnologia de 3ºs + Prod.º/Tecn. Própria	1	0	0	1
Comercialização de tecnologia de 3ºs + Serviços	6	0	9	15
Produtos/Tecnologia Própria	2	1	4	7
Prod.º/Tecn. Própria + Serviços	3	0	0	3
Serviços de Eficiência Energética	3	1	1	5
Total	18	4	29	51

Fonte: elaboração própria.

Anexo 12 – Distribuição das empresas por tipo de negócio e ano de criação.

	Até 1999	2000-2005	2005-2009	Total
Comercialização de tecnologia de 3ºs	7	5	8	20
Comercialização de tecnologia de 3ºs + Prod.º/Tecn. Própria	0	0	1	1
Comercialização de tecnologia de 3ºs + Serviços	4	0	11	15
Produtos/Tecnologia Própria	4	3	0	7
Prod.º/Tecn. Própria + Serviços	2	0	1	3
Serviços de Eficiência Energética	1	0	4	5
<i>Total</i>	18	8	25	51

Fonte: elaboração própria.