



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica



Factores de Sustentabilidade em Energias Renováveis

MICAEL ALEXANDRE CAETANO DA SILVA
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Professora Doutora Isabel S. de Carvalho
Professor Eduardo Manuel Dias Lopes

Júri:

Presidente: Professor Doutor Jorge Mendonça e Costa
Vogais:

Doutor João António Esteves Ramos
Professor Francisco Severo
Professora Doutora Isabel Simões de Carvalho
Professor Eduardo Manuel Dias Lopes

Dezembro de 2012



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Mecânica

Factores de Sustentabilidade em Energias Renováveis

MICAEL ALEXANDRE CAETANO DA SILVA
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Professora Doutora Isabel S. de Carvalho
Professor Eduardo Manuel Dias Lopes

Júri:

Presidente: Professor Doutor Jorge Mendonça e Costa

Vogais:

Doutor João António Esteves Ramos
Professor Francisco Severo
Professora Doutora Isabel Simões de Carvalho
Professor Eduardo Manuel Dias Lopes

Dezembro de 2012

*Aos meus Pais,
sem eles a minha vida não seria tão fácil.*

*A presente dissertação não foi redigida segundo o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa,
por opção do autor.*

© Micael Alexandre Caetano da Silva
2012

Resumo

Há cerca de vinte anos o Mundo despertou para a resolução do equilíbrio ambiental e da sustentabilidade como uma questão global, deixando de ser um problema de cada País para passar a ser um problema da Humanidade.

As sucessivas reuniões que têm sido realizadas desde a conferência mundial sobre o meio ambiente, em 1992, preconizam metas para que se mantenha o desenvolvimento e que seja garantida a sustentabilidade do planeta. O aquecimento global provocado pelos intensos consumos energéticos do Homem, tem provocado várias disfunções ambientais, nomeadamente o fenómeno das alterações climáticas. Para este efeito têm sido desenvolvidas tecnologias e assumidos por muitos países acordos e protocolos para viabilizar o Desenvolvimento Sustentável.

É neste sentido que a União Europeia tem fundamentado a sua política de desenvolvimento, tendo traçado objectivos e metas nos quais Portugal se insere.

A presente tese aborda o estudo de caso do Concelho de Sines, que era há quarenta anos um concelho cuja actividade económica se concentrava no sector primário e algum turismo e que foi totalmente descaracterizado pela industrialização intensiva. É de realçar a motivação de inserção deste caso, pelo facto de ser o local que sofreu maiores alterações em Portugal no século XX. Além disso, as sucessivas etapas da industrialização, ocorreram num período em que houve uma modificação gradual dos regulamentos Europeus (a par da entrada de Portugal na União Europeia) e tratados internacionais abrangendo o Meio Ambiente e em particular o Desenvolvimento Sustentável.

É neste contexto que se analisa uma estratégia para a aplicação das Energias Renováveis no concelho, favorecendo um desenvolvimento equilibrado que melhore a qualidade de vida, no fundo que seja sustentável.

Palavras-Chave: desenvolvimento sustentável, Concelho de Sines, energias renováveis, emissões de CO₂.

Abstract

Nearly twenty years ago the world has woken up to the resolution of environmental balance and sustainability as a global issue, it was no longer a problem for each country, it became a problem of humanity.

Successive meetings that have been held since the global conference on the environment, in 1992, aim to advocate, maintain the development and the ensured sustainability of the planet. Global warming caused by the intense energy consumption of man, has caused several environmental dysfunctions, namely the phenomenon of climate change. For this reason technologies have been developed and many countries have compromised to settle agreements and protocols in order to enable Sustainable Development.

It is in this sense that the European Union has based its development policy, establishing objectives and targets which are compatible with Portugal.

In this sense, this thesis addresses the theme of Sustainable Development and the relations with Renewable Energy and its specific application to the Municipality of Sines.

Forty years ago Sines was a District whose economic activity was concentrated in the primary sector and tourism and some of that was completely mischaracterized by intensive industrialization.

It is in this context that a strategy for the implementation of the Renewable Energy in the District has been analysed, promoting a balanced development that improves the quality of life, which means to be sustainable.

Keywords: sustainable development, renewable energy, energy consumption, Municipality of Sines, CO₂ emissions.

Agradecimentos

Apraz-me nestas primeiras linhas, traduzir as minhas francas palavras com um agradecimento:

Ao Engenheiro Eduardo Dias Lopes, pelo acompanhamento, orientação, disponibilidade, Amizade e pela sua forma contagiante de encarar a vida, que contribuíram imprescindivelmente para o desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Isabel Carvalho, por me ter apoiado desde o início do desenvolvimento deste trabalho, pela confiança em mim depositada e por todo o afecto sempre demonstrado para comigo.

À Câmara Municipal de Sines, em especial ao Engenheiro José Oliveira, por todos os dados fornecidos, que sem eles não seria possível a elaboração deste trabalho de um modo coerente.

Ao ISEL pelos conhecimentos técnicos e valores humanos transmitidos, durante o meu percurso académico, que permitiram enriquecer o meu crescimento humano.

À minha família, em especial aos meus pais pelo enorme esforço que fazem diariamente para que eu possa terminar a minha formação académica e por toda a formação que me deram como pessoa.

A todos os meus amigos e colegas que de uma forma directa ou indirecta me ajudaram a terminar mais uma etapa da minha vida.

A todos o meu sincero obrigado.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos	iii
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	viii
Abreviaturas e símbolos	ix
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Motivação e Objectivos.....	5
1.3. Estrutura da dissertação	6
2. Desenvolvimento Sustentável	7
2.1. Introdução.....	7
2.2. Desenvolvimento Sustentável - Um conceito actual	7
2.3. Componentes do Desenvolvimento Sustentável	13
2.4. Indicadores de Sustentabilidade.....	16
3. Energia	18
3.1. Breve resumo histórico	18
3.2. Definição de energia	19
Tipos de manifestação de energia.....	20
3.3. Panorama energético.....	22
3.3.1. A nível mundial	22
3.3.2. A nível da União Europeia	27
3.3.3. A nível Nacional	29
3.4. Cenário energético futuro	34
3.4.1. Evolução global.....	35
3.4.2. Produção e Consumo de energia eléctrica.....	38
3.4.3. Energias Renováveis.....	40
3.4.4. Utilização de energia nas cidades	42
4. Fontes de Energia Renovável	44
4.1. Eólica	45
4.1.1 Princípios Gerais	46
4.1.2. Custos.....	47
4.2. Solar	48
4.2.1 Solar Fotovoltaico	48

4.2.2 Solar termoeléctrico de concentração	51
4.2.3 Solar Térmico.....	52
4.3. Hídrica	55
4.4. Oceânica	56
4.5. Geotérmica	56
4.6. Bioenergia.....	57
4.8. Utilização Racional de Energia.....	57
4.9. Custos da energia eléctrica através de diferentes tecnologias de produção	59
5. Estudo de Caso	61
5.1. Introdução.....	61
5.2. Dados geográficos e demográficos.....	62
5.3. Características climatológicas.....	63
5.4. Dados habitacionais.....	65
5.5. Sistemas de produção, transporte e distribuição de energia	66
5.5.1 Energia eléctrica	66
5.5.2 Gás.....	67
5.5.3 Energia Eólica	68
5.5.4. Esteiras.....	68
5.6. Análise dos Consumos Energéticos	68
5.6.1. Consumos energéticos do município	68
5.6.2. Levantamento pessoal dos consumos de energia eléctrica	70
5.6.3. Emissões provenientes do consumo de energia eléctrica.....	72
5.6.4. Projectos actualmente em curso	73
5.3. Estratégia para a sustentabilidade.....	74
5.4. Discussão	75
6. Conclusões.....	81
Referências.....	84
Apêndice.....	89
Múltiplos e Submúltiplos.....	89
Unidades	89
Anexos.....	90
Atlas da poluição: o Mundo em emissões de dióxido de carbono	91
Recolha e análise de informação - INE.....	92
Recolha e análise de informação - CMS	96
Recolha e análise de informação – Levantamento Pessoal	98
Planta do município de Sines	100

Lista de Figuras

<i>Figura 1 - Representação gráfica da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável em função do tempo. [11].....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2- Ilustração da sustentabilidade enquanto patamar de um processo geral de aperfeiçoamento das sociedades humanas [11]</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3 - Representação esquemática do conceito de Desenvolvimento Sustentável, segundo o diagrama de Venn (esquerda) e Nested (direita). [21].....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4 - Inter-relações entre as dimensões da sustentabilidade e o sistema energético. [23]</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5 - Consumo mundial de energia primária em Mtep, entre 1971 e 2009, em função da fonte energética. [29].....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6 - Consumo mundial de energia per capita em 2010. [30]</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7 - Consumo mundial de energia eléctrica em TWh, entre 1971 e 2009, em função da fonte energética. [29].....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 8 - Emissões mundiais de CO₂ em Mt, entre 1971 e 2009, em função do tipo de combustível fóssil. [29]</i>	<i>26</i>
<i>Figura 9 - Fornecimento total de energia primária em Mtep e percentagem da EU-27, entre 1990 e 2009, em função da fonte energética. [35]</i>	<i>27</i>
<i>Figura 10 - Fornecimento total de energia eléctrica em GWh da EU-27, entre 1990 e 2009, em função da fonte energética. [36]</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11 - Consumo de energia primária, entre 2000 e 2010, por fonte energética. [41].....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12 - Evolução do consumo de energia final, entre 2000 e 2010, por sector de actividade. [41].....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 13 - Consumo de energia eléctrica e consumo da energia primária (CEP) na produção da mesma, entre 2000 e 2010, por fonte energética e sectores de actividade. [41].....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14 - Repartição da energia comercializada pela EDP em Portugal, por tecnologia, no ano de 2011.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15 - Consumo de energia primária a nível mundial, por tipo de fonte energética. Dados reais entre 1980 e 2008 e previsão entre 2008 e 2030. [49].....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 16 - Emissões de CO₂ acumuladas entre 1990 e 2008 e previsão de 2009 até 2035, por tipo de combustível. [51].....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 17 - Consumo de energia eléctrica a nível mundial, por tipo de fonte energética. Dados reais entre 1990 e 2008 e previsão para os anos seguintes. [52].....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 18 - Produção da energia eléctrica até 2030, a partir de fontes de energia renovável. Dados reais até 2006 e previsão até 2030. [48].....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 19 - Evolução da potência eólica instalada no Mundo, entre 1996 e 2011. [54].....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 20 - Os 10 países com mais potência eólica instalada a nível mundial no final de 2011. [54].....</i>	<i>45</i>

<i>Figura 21 - Evolução da potência instalada com a tecnologia Solar Fotovoltaica (FV), entre 1995 e 2011. [54]</i>	49
<i>Figura 22 - Os 10 países com mais potência fotovoltaica (FV) instalada a nível mundial no final de 2011. [54]</i>	49
<i>Figura 23 - Evolução da potência instalada com a tecnologia Solar Termoeléctrica de Concentração, entre 1984 e 2011. [54]</i>	51
<i>Figura 24 - Os 12 países com mais potência instalada da tecnologia solar térmico para aquecimento, a nível mundial no final de 2010. [54]</i>	53
<i>Figura 25 - Capacidade total instalada de painéis solares com a utilização de água em operação nos 10 países líderes de mercado, no final de 2010. [59]</i>	53
<i>Figura 26 - Custos do Solar Térmico, por diferentes regiões e tecnologias. [59]</i>	55
<i>Figura 27 - Localização geográfica do concelho de Sines</i>	63
<i>Figura 28 - Número de edifícios construídos por intervalo de tempo</i>	65
<i>Figura 29 - Edifícios por o número de alojamentos</i>	66
<i>Figura 30 - Consumos de energia eléctrica afectos ao município de Sines, em percentagem</i>	71

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 - Os cinco axiomas da sustentabilidade segundo Richard Heinberg. [12]</i>	8
<i>Tabela 2 - Algumas definições de desenvolvimento sustentável surgidas entre 1979 e 1999 [18] e [11]</i>	11
<i>Tabela 3 - Desenvolvimento Sustentável: preocupações comuns, ênfases diferentes [22]</i>	15
<i>Tabela 4 - Produtores em Regime Ordinário ligados à Rede Nacional de Transporte - Centrais Térmicas, em Janeiro de 2012. [44]</i>	32
<i>Tabela 5 - Evolução das emissões específicas, resultantes do consumo de energia em Portugal, entre 2009 e 2012. [45]</i>	33
<i>Tabela 6 - Consumo de energia e de energia eléctrica nas cidades, em quatro zonas geográficas: EUA, UE, China e Austrália e Nova Zelândia. Dados reais para 2006 e previsões para 2015 e 2030. [48]</i>	42
<i>Tabela 7 - Tecnologias das fontes de energia renováveis e respectivos usos. [27]</i>	44
<i>Tabela 8 - Relação entre o diâmetro e altura típicos do rotor e a potência nominal do gerador eólico. [27]</i>	46
<i>Tabela 9 - Divisão de custos médios da instalação de uma turbina eólica de 2 MW, na Europa. [56]</i>	47
<i>Tabela 10 - Custos da energia em dólares por MWh, para diferentes tecnologias que produzem energia eléctrica. [63]</i>	60
<i>Tabela 11 - População, Área e Densidade Populacional. [64]</i>	63
<i>Tabela 12 - Quadro resumo da frequência (F) e da velocidade média (V_m) para cada rumo do vento, na estação meteorológica de Sines, entre 1971 e 1990. [66]</i>	64
<i>Tabela 13 - Insolação registada pela estação meteorológica de Sines entre 1971 e 1985. [67]</i>	64
<i>Tabela 14 - Edifícios residenciais segundo o tipo de habitação</i>	65
<i>Tabela 15 - Consumos energéticos do município de Sines, no ano de 2009. [71]</i>	69
<i>Tabela 16 - Média do consumo das habitações em Sines e do consumo por habitante, de acordo com a amostra analisada.</i>	70
<i>Tabela 17 - Desagregação subsectorial dos consumos de energia eléctrica afectos ao município de Sines.</i>	71
<i>Tabela 18 - Emissões específicas associados ao consumo de energia eléctrica do município de Sines.</i>	73
<i>Tabela 19 - Cenário proposto a médio prazo para a optimização da sustentabilidade</i>	75
<i>Tabela 20 - Análise SWOT para avaliar a possibilidade de aplicação de algumas energias renováveis no Concelho de Sines.</i>	78

Abreviaturas e símbolos

AT	Alta Tensão
AQS	Águas Quentes Sanitárias
BP	British Petroleum
CCS	Captura e armazenamento de carbono Carbon Capture and Storage
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CSP	Centrais Solares Termoeléctricas de Concentração Concentrating Solar Power
CTS	Central Termoeléctrica de Sines
GEE	Gases de Efeito de Estufa
EIA	Energy Information Administration
EUA	Estados Unidos da América
EWEA	Associação Europeia de Energia Eólica European Wind Energy Association
FV	Solar fotovoltaico
IPCC	Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas Intergovernmental Panel on Climate Change
IEA	Agência Internacional de Energia International Energy Agency
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ONU	Organização das Nações Unidas
O&M	Operação e Manutenção
PME	Pequenas e Médias Empresas
PIB	Produto Interno Bruto
PQ	Protocolo de Quioto
REN	Rede Eléctrica Nacional
SI	Sistema Internacional
UE	União Europeia
URE	Utilização Racional de Energia
WCED	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento World Commission on Environment and Development
WEO	World Energy Outlook
ZIL	Zona Industrial Ligeira
€	Euro
\$	Dólar

1. Introdução

Neste capítulo é apresentado um enquadramento onde é demonstrada a importância do tema e os motivos que motivaram este estudo. Os objectivos a serem alcançados neste trabalho são também apresentados, bem como o contorno da estrutura da tese. Ao longo da presente dissertação são referidos vários valores com diferentes unidades e ordem de grandezas, devido às várias fontes consultadas, pelo que para melhor compreensão existe um apêndice.

1.1. Enquadramento

Ao longo de toda a sua história o Homem tem procurado o caminho para alcançar a perfeição. A evolução dos saberes, como a Ciência e a Tecnologia, permitiram compreender como transformar a energia e utilizar a mesma de forma sistemática, em benefício do bem-estar social. Porém o grande marco da utilização da energia teve origem na Revolução Industrial, iniciada em Inglaterra no século XVIII, marcando definitivamente a sua utilização e a sua importância nos tempos modernos [1].

Com a globalização da actividade industrial, sobretudo nos países desenvolvidos, a sociedade melhorou os seus padrões de vida. O desenvolvimento económico e social melhorou substancialmente e só foi abalado devido às duas guerras mundiais e à grande depressão de 1929 a 1939.

A partir da segunda metade do século XX, após a II Guerra Mundial, registou-se um crescimento muito acentuado da actividade económica, da produção e consumo de bens, do uso de recursos renováveis e não renováveis, na mobilidade e transportes, no acesso à saúde, na educação e informação, que revolucionaram o estilo de vida e criaram novos padrões de comportamento na sociedade.

Esta Grande Aceleração [2] provocou um aumento das interações entre o Homem e o Ambiente. O período pós-guerra é caracterizado por um forte aumento demográfico. Segundo as estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), a população no ano de 1950 era cerca de 2,52 mil milhões de pessoas [3], ao passo que no ano de 2011 assistiu-se ao nascimento do ser humano número 7 mil milhões. Em cerca de 60 anos a população duplicou relativamente aos valores do ano de 1950. Com o crescimento da população e aumento do desenvolvimento, associado, aumentam as necessidades energéticas. Na procura da energia, de preferência a baixo preço, o Homem tem explorado os recursos disponíveis de uma forma intensiva acarretando consequências ambientais.

Como consequência do paradigma energético vigente, designadamente na dependência à escala global dos combustíveis fósseis, emerge a problemática das alterações climáticas.

Surge assim um dos maiores desafios do século XXI, o abastecimento de energia e as alterações climáticas [4].

A maior parte das alterações climáticas é resultante de fenómenos naturais, que acontecem lentamente, ao longo de milhares de anos, fruto dos ajustes que o clima vai sofrendo ao longo do tempo e do desenvolvimento do planeta. No entanto, o que se tem verificado é que há alterações que são demasiado evidentes para serem exclusivamente naturais, acabando por causarem impacto ainda dentro do tempo de vida da espécie humana.

As consequências provocadas pela combustão dos recursos naturais não renováveis têm tido repercussões no meio ambiente, e.g., ar, água e solo. A libertação de gases de efeito de estufa na atmosfera (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), tem aumentado progressivamente, contribuindo para o aquecimento global. As emissões anuais globais de carbono sob a forma de CO₂ são actualmente cerca de 8.000 milhões de toneladas. Porém, o sistema climático tem apenas possibilidade de retirar anualmente da atmosfera cerca de 3.000 milhões de toneladas de carbono sob a forma de CO₂ através da fotossíntese nas plantas verdes e da dissolução do CO₂ atmosférico no oceano. As restantes 5.000 milhões de toneladas acumulam-se na atmosfera aumentando a concentração do gás carbónico [5].

Com a crescente preocupação pela preservação do meio ambiente e pelo futuro do planeta, é criado em 1988, o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, na sigla Inglesa) que avalia as informações científicas, técnicas e socioeconómicas relevantes para a compreensão do risco das alterações climáticas introduzidas pelo Homem. Os seus dois primeiros relatórios, do início dos anos 90, identificaram o CO₂ como o grande responsável pelo efeito de estufa. Ainda assim, e devido, às incertezas nas observações e pouco tempo de medições efectuadas, concluíram que as alterações climáticas, sentidas até ao momento, eram uma combinação de alterações naturais e antropogénicas. Já os dois últimos relatórios, lançados em 1996 e 2007, revelam inequivocamente, que o aumento do aquecimento global da Terra é provocado pela elevada concentração dos GEE provenientes da actividade humana. De acordo com o IPCC, as emissões globais de GEE aumentaram, desde a época pré-industrial, cerca de 70% entre 1970 e 2004 [6].

Em 1987, no relatório *“Our common future”*, elaborado pela *“Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento”* (WCED, na sigla inglesa), foi definido que:

“Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”

(WCED, 1987) [7]

A consagração do conceito de desenvolvimento sustentável a nível mundial ocorre na Conferência do Rio de Janeiro, em 1992. Nesta conferência, também conhecida por Cimeira da Terra, houve a consciencialização de que os danos provocados no meio ambiente eram maioritariamente da responsabilidade dos países desenvolvidos. Assim foram estabelecidos diversos acordos, protocolos e convenções com o objectivo de estabelecer um novo padrão de desenvolvimento do planeta, promovendo o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto surgiu, em 1997 no Japão, o Protocolo de Quioto (PQ), com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito de estufa e consequente aquecimento global. Este tratado internacional, que oficialmente entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005, estabelece um conjunto de metas pelo qual os países desenvolvidos devem reduzir a quantidade de gases poluentes em pelo menos 5,2%, em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Sendo esta percentagem variável entres os países signatários, de acordo com o princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada; a Portugal cabe limitar o aumento das suas emissões de GEE em 27%. [8].

A União Europeia (UE) tem demonstrado o seu esforço em criar uma estratégia energética compatível com o clima, de tal modo, que para além de ter liderado as negociações do PQ já tem em marcha o Pacote Clima-Energia. Este pacote pretende atingir, em 2020, uma redução de 20% nas emissões de GEE relativamente aos níveis de 1990, melhorar a eficiência energética em 20% e aumentar o contributo das energias renováveis em 20% [9].

Apesar de todos os esforços que têm sido efectuados na tentativa de orientar o desenvolvimento com alguma equidade, tentando manter o equilíbrio ambiental, social e económico, os resultados estão a ser postos em causa, pois as metas estabelecidas ou não têm sido atingidas ou pura e simplesmente não foram subscritas, como é o caso dos Estados Unidos da América (EUA). Considerado por muitos, o país mais industrializado do mundo, os EUA não ratificaram o PQ devido à sua economia estar ainda em grande medida baseada no consumo energético proveniente de combustíveis fósseis (embora muitos dos Estados da Federação já cumpram esses objectivos) e porque não aceitam que as grandes nações emergentes não possuam obrigações.

A Conferência da ONU sobre as Mudanças Climáticas de 2011, realizada em Durban na África do Sul, juntou grandes potências mundiais mas não houve um entendimento para estabelecer novas metas de redução de emissão de GEE. Ficou acordado um segundo período de compromisso do PQ que mantém em vigor as metas de redução da poluição mundial até uma próxima Cimeira que definirá se o documento se mantém até 2017 ou 2020. Apesar de assinarem as conclusões da Cimeira, o Japão, o Canadá e a Federação Russa, abandonaram a extensão do PQ por não concordarem com a posição dos EUA e pelo facto das potências emergentes, como a China e Índia, não fazerem parte do protocolo.

Já em 2012 ocorreu a conferência Rio+20, 20 anos após a Conferência do Rio, que resultou no documento “*O futuro que Queremos*”. Este documento apesar de não ser considerado o ideal reúne o consenso geral dos 200 países que participaram na sua elaboração e representa um avanço no futuro do desenvolvimento sustentável, reforçando os objectivos propostos anteriormente. Segundo Dilma Rousseff, actual presidente do Brasil, o documento deve ser visto como um ponto de partida para que os países invistam em políticas que conduzam ao desenvolvimento sustentável.

Actualmente a sociedade mundial vive uma encruzilhada complexa face à crise que se instalou no sector financeiro, pondo em risco o equilíbrio que aparentemente existia há poucos anos. Desde 2008 que a economia mundial, e em particular a UE, estão com taxas de crescimento abaixo do que seria desejável para manter um padrão de desenvolvimento sustentável. Por outro lado, os países em desenvolvimento, vulgo *BRICS*¹, continuam a ter índices de crescimento superiores aos países desenvolvidos e são já uma realidade. Só no Brasil há uma tentativa de implementar esse desenvolvimento com soluções economicamente viáveis, ambientalmente compatíveis, e socialmente aceitáveis. A China com taxas de crescimento na ordem dos dois dígitos é o país com maiores valores de emissão de carbono para atmosfera, e está longe de adoptar medidas preventivas susceptíveis de reverter esta tendência. No anexo I é possível consultar os países com maiores emissões de CO₂, no ano de 2009.

Torna-se então evidente que a reposição do equilíbrio tão necessário ao futuro das próximas gerações está de algum modo a atrasar devido ao estado da economia mundial, sobretudo nos EUA e UE, e à força emergente de alguns países em desenvolvimento, que para responder às suas necessidades energéticas descaram o meio ambiente. No fundo, as tentativas que têm sido feitas para reduzir as emissões de CO₂ estão a ser esquecidas e os investimentos em tecnologias menos poluentes não se encontram ao ritmo que era desejável. Entretanto os efeitos continuam a fazer sentir-se no clima com catástrofes naturais cada vez mais frequentes que destroem os recursos humanos, reduzem a capacidade de produzir alimentos e as zonas junto ao litoral são destruídas com uma violência de difícil e onerosa remediação. Durante o século XX, o nível do mar subiu cerca de 20 cm mercê do aquecimento global que poderá atingir valores médios de temperatura de 3°C em 2100 [6].

A Humanidade tem que procurar soluções para evitar uma hecatombe geral, procurando nas fontes renováveis soluções para reverter a actual situação, pois os recursos naturais não são infinitos e há que preservar o planeta para as novas gerações.

¹ *Sigla adoptada para as cinco grandes economias emergentes: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Após Jim O’Neill, presidente do banco Goldman Sachs, denominar por BRIC os países emergentes Brasil, Rússia, Índia e China, num estudo de 2001, intitulado Building Better Global Economic BRICs, a sigla passou a ser amplamente usada pelas economias em desenvolvimento sendo acrescentada a letra “S” quando a África do Sul se juntou ao grupo.*

É neste contexto que o Estudo de Caso do Concelho de Sines é tão importante ser abordado na presente tese. Sines, era há cerca de quarenta anos um porto de pesca, com alguma actividade turística e rural, com um impacto reduzido no PIB Nacional. Actualmente é um dos principais Centros Industriais da UE, União Europeia, e.g., Refinaria de grande dimensão, Central Térmica a Carvão, Complexo Petroquímico, Terminal de Gás Natural (com armazenamento subterrâneo) e um Porto de Águas Profundas, para referir apenas os mais importantes, rodeando a cidade de Sines. Felizmente quando da execução do projecto pelo então Gabinete da área de Sines, houve já uma preocupação de ordenamento minimizando o Impacte Ambiental e inserindo um amplo conjunto de estações de Vigilância, permitindo a monitorização das disfunções decorrentes da actividade industrial.

As grandes empresas têm além disso que fazer ajustamentos constantes mercê da regulamentação que for sendo aplicável na EU.

À sua volta cresceu um elevado número de outras indústrias, e.g., Metalomecânica Pesada, Química e um elevado número de PME. Algumas destas empresas que ainda hoje gravitam em torno do núcleo duro industrial, tiveram infelizmente regras de implantação desordenadas que á luz da regulamentação e legislação actuais terão de modificar o modo de funcionamento; estas PME provocam hoje na cidade de Sines uma degradação das condições de habitação dos seus munícipes e que deverá passar por uma transferência para um parque industrial adequado.

Existem outros aspectos não menos relevantes neste Estudo de Caso que se inserem nos aspectos sociais, talvez uma das vertentes mais importantes que terão sucessivamente de se adequar aos actores mais importantes deste complexo problema e que são as pessoas. A terceira vertente que completa este equilíbrio é a sustentabilidade económica, vector que torna possível o desenvolvimento humano, proporcionando a criação de riqueza.

Um dos aspectos que não foi abordado nesta tese, porque o Estudo de Caso se inseriu apenas no Concelho de Sines, foi o impacto que teve nas zonas limítrofes, e.g., Santiago do Cacém e Grândola. O aspecto mais relevante foi o aparecimento da povoação de Santo André que aloja actualmente uma parte considerável dos colaboradores e respectivas famílias do Complexo Industrial e Sines.

1.2. Motivação e Objectivos

A aposta nas energias renováveis como principais fontes de energia torna-se imprescindível para garantir o Desenvolvimento Sustentável.

Neste sentido, a presente dissertação consiste em avaliar a aplicação do conceito de Desenvolvimento Sustentável a um meio urbano, através da aplicação de Energias Renováveis. Para a realização deste propósito e melhor compreensão do mesmo definiram-

se, também, como objectivos a análise das componentes do Desenvolvimento Sustentável e a compreensão do contexto energético actual e futuro, com maior enfoque nas Energias Renováveis.

Escolheu-se como um dos objectivos principais desta tese, o Estudo de Caso do Concelho de Sines, uma vez que o mestrando reside no mesmo e por este ter sofrido uma transformação radical nos últimos quarenta anos.

Sem se querer repetir o que foi referido anteriormente no “Enquadramento” desta tese, o facto de ser caso único no País, é mais do que suficiente para a motivação que levou à abordagem deste estudo de caso. Poder-se-ia ter optado por outra zona do País com condições semelhantes, mas a sua relevância no panorama Nacional e Internacional é mais que evidente na presente tese, pela justificação que insere em si mesma. Em Portugal, infelizmente e por motivos completamente diferentes, há outras zonas industrializadas que foram objecto de deslocalização, quer pela ineficiência económica e ambiental que induziram à sua desactivação quer pela inaceitabilidade social nos fins do século XX. Infelizmente o passivo ambiental ainda não foi repostado, por vários motivos que um dia serão de conhecimento da sociedade.

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação é composta por 6 capítulos. No primeiro capítulo, a Introdução, pode-se encontrar fundamentada a justificação do interesse por este tema, o seu enquadramento e os correspondentes objectivos.

No capítulo 2 aborda-se o conceito de Desenvolvimento Sustentável, desde as suas origens, passando pelos seus componentes até ao seu princípio intrínseco.

No capítulo 3 apresenta-se o que se entende por energia, a evolução da utilização da mesma, o actual panorama energético e qual poderá ser o cenário futuro atendendo às actuais tendências de mercado.

No capítulo 4 são caracterizadas as fontes de energia renovável, de um modo geral, existindo particular destaque para aquelas que têm maior interesse para a dissertação.

O capítulo 5 trata o estudo de caso que analisa um concelho urbano que verificou uma forte industrialização e a possibilidade de reverter para um equilíbrio que se enquadre nos parâmetros actuais do Desenvolvimento Sustentável, através da utilização das Energias Renováveis. O facto do Concelho de Sines ser um caso único de Industrialização numa zona piscatória e rural na Europa, justifica a existência de um capítulo dedicado ao desenvolvimento do tema proposto.

Por fim, no último capítulo, são expostas as conclusões decorrentes do presente trabalho e são referidas algumas sugestões sobre o trabalho futuro que poderá vir a ser desenvolvido.

2. Desenvolvimento Sustentável

2.1. Introdução

Na última metade do século XX, surgiram quatro temas chave nas preocupações e aspirações colectivas dos povos no mundo: paz, liberdade, desenvolvimento e ambiente.

A paz, pensada para prevalecer no mundo do pós-guerra de 1945 foi imediatamente ameaçada pela corrida às armas nucleares que tiveram grande expressão na Guerra Fria. Apesar de o número de conflitos ter diminuído nas últimas décadas a paz ainda é procurada, principalmente na África Central e no Médio Oriente.

A procura da liberdade tem sido proclamada ao longo dos anos, na luta contra as desigualdades sociais, na aquisição dos direitos Humanos, nos direitos das mulheres e das minorias étnicas.

Com o amadurecer dos dois primeiros conceitos, o desenvolvimento surge como o principal ideal, por parte dos países, tanto desenvolvidos que já o procuravam, como dos países com baixo Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* e com grandes desigualdades. Cerca de metade do mundo ainda vive com menos de 2 euros (€) por dia, não tem acesso a água potável, saneamento, cuidados de saúde adequados e educação, um enorme contraste com os altos padrões de vida dos países desenvolvidos [10].

Por último, surge a temática do Ambiente, que teve maior notoriedade nos últimos 50 anos, e que se tornou num dos principais vectores de desenvolvimento da sociedade, que elaborou para isso legislação específica e fixou acordos para preservar o meio ambiente.

Embora estes temas tenham sido reinterpretados ao longo do tempo, continuam a ser questões importantes nas aspirações do quotidiano humano. Entre a década de 1970 e 1980 foram criadas várias comissões, a nível mundial, para estudar tais preocupações internacionais, produzir documentos válidos e realizar diversas conferências mundiais. Para além dos seus objectivos específicos, todas as comissões têm uma característica em comum: unir esforços para alcançar as aspirações da Humanidade.

Neste contexto, surge o termo Desenvolvimento Sustentável que é resultado do compromisso na procura de um desenvolvimento em consonância com o meio ambiente.

2.2. Desenvolvimento Sustentável - Um conceito actual

Actualmente tornou-se uma prática comum falar em sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável. Desde o discurso político, passando por investigadores, até ao público em geral, todos usam os termos quando pretendem mitigar as acções de degradação do meio ambiente e garantir metas preconizadas pelo crescimento económico e social. Mas no fundo há um

desconhecimento em relação a estes conceitos que precisam de ser clarificados, pois por se tratar de designações abrangentes, permitem que os temas sejam interpretados segundo a visão própria de cada um, consoante os objectivos a que se destinam. A distinção que aqui se faz entre as duas designações é que a sustentabilidade não exige *a priori* nenhum tipo de desenvolvimento, no entanto, na prática, com o processo de intensificação das actividades humanas no planeta, a procura da sustentabilidade implica caminhar no sentido do desenvolvimento sustentável. A essência do termo sustentável é bastante simples: “aquilo que pode ser mantido ao longo do tempo”. Com os riscos de simplificação inerentes, a figura 1 ilustra a relação entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

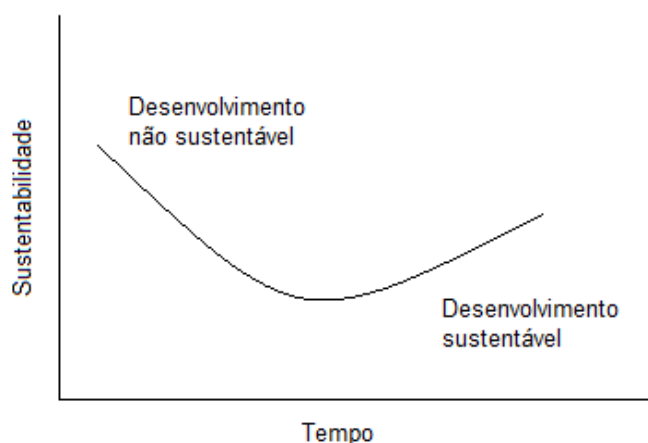


Figura 1 - Representação gráfica da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável em função do tempo. [11]

(Valdemar Rodrigues, 2009)

Os *cinco axiomas da sustentabilidade* identificados pelo jornalista e entusiasta do ambiente Richard Heinberg possibilitam compreender melhor o conceito de sustentabilidade na procura do desenvolvimento sustentável.

Tabela 1- Os cinco axiomas da sustentabilidade segundo Richard Heinberg. [12]

I	<i>Axioma de Tainter</i> : Qualquer sociedade que persista no uso insustentável de recurso crítico colapsará. Excepção: uma sociedade pode evitar o colapso se encontrar recursos de substituição. Limite à excepção: num mundo finito o número de substituições possíveis é também finito.
II	<i>Axioma de Barlett</i> : O crescimento da população e/ ou o crescimento nas taxas de consumo de recursos não podem ser sustentados.
III	Para ser sustentável, o uso de recursos renováveis deve decorrer a uma taxa menor ou igual à taxa de reposição natural do recurso.

IV	Para ser sustentável, o uso de recursos não renováveis deve decorrer a uma taxa decrescente, e a taxa de decréscimo deve ser maior ou igual à taxa de esgotamento dos recursos. A taxa de esgotamento consiste na quantidade que é extraída e usada durante um intervalo de tempo especificado (usualmente um ano) expressa em percentagem do total que resta do recurso (para extracção).
V	A sustentabilidade exige que as substâncias introduzidas no ambiente pelas actividades humanas sejam minimizadas e tornadas inofensivas para as funções da biosfera. Nos casos em que a poluição e o consumo de recursos não renováveis tenham ocorrido por algum tempo a taxas crescentes e ponham em causa a viabilidade dos ecossistemas, a redução nas taxas de extracção e consumo desses recursos pode ter de ocorrer a uma taxa maior do que a taxa de esgotamento.

O conceito de desenvolvimento sustentável tem sido cimentado ao longo das últimas décadas. Apesar da sua definição mais consensual ser relativamente recente, a sua filosofia está subjacente a preocupações de longa data.

Ao longo da história tem sido evidente que a evolução da espécie humana tem provocado alterações no ambiente. Porém nos últimos dois séculos o desequilíbrio entre o Ser Humano e o seu meio ambiente tem sido sentido de uma forma mais intensa. Nos finais do século XIX, o próprio *Karl Marx* alertou a sociedade para o facto das actividades industriais resultarem em impactes ambientais, ainda que fosse apenas poluição ao nível local [13]. A par do crescente desenvolvimento humano, social e económico sentido ao longo de todo o século XX, cresceu a problemática ambiental afirmando-se como um problema com consequências globais. Com base nesta abordagem, em 1972 surgiu o primeiro relatório de alarme ao planeta. O “*Club of Rome*”² divulgou um relatório realizado pelo “*Massachusetts Institute of Technology*” (MIT), que concluía que o planeta Terra não suportaria por muito mais tempo o crescimento populacional devido à pressão exercida sobre os recursos naturais e energéticos, e consequente aumento de poluição, mesmo considerando tecnologias mais limpas [14].

Ainda no mesmo ano a ONU realizou a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e Meio Ambiente, que tal como o nome indica trata de questões ambientais a nível global. Sucederam-se várias iniciativas sobre estes temas, até que em 1987 é apresentado o Relatório de Brundtland intitulado “*Our common future*”, elaborado pela WCED, ao abrigo da ONU. Este relatório divulgou o conceito de desenvolvimento sustentável que foi adoptado universalmente como:

«[...] o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas antes um processo

² O *Club of Rome* foi fundado em 1968 e apresenta-se como uma associação constituída por personalidades independentes que debatem sobre diversos temas da sociedade como a economia ou o desenvolvimento sustentável. O seu objectivo visa identificar os problemas que consideram cruciais para a Humanidade, contribuindo com soluções para a sua resolução.

de mudança no qual a exploração dos recursos, a direcção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as alterações institucionais, são tornadas consistentes quer com as necessidades do presente quer com as do futuro»

(WCED, 1987) [7]

O relatório de Brundtland considera que a pobreza generalizada não pode ser inevitável e que o desenvolvimento das cidades deve privilegiar a obtenção das necessidades básicas a todos, oferecendo assim oportunidades de melhoria da qualidade de vida da população. Um dos principais conceitos debatidos no relatório é o de “equidade” como condição, para que exista a participação efectiva da sociedade na tomada de decisões e na busca do desenvolvimento.

Neste relatório é apresentada uma visão complexa das causas dos problemas socioeconómicos e ecológicos da sociedade e as inter-relações entre a economia, tecnologia, sociedade e política.

Ao longo do relatório não existe apenas um conceito de desenvolvimento sustentável, mas sim a crescente preocupação em demonstrar que este “é mais que um crescimento”, ou seja, que é necessário uma mudança na mentalidade de crescimento a fim de torná-lo menos intenso em matérias-primas e energia e mais equitativo no seu impacto. Para ser possível alcançar tais princípios é necessário que sejam tomadas medidas em todos os países, como parte de um conjunto de acções para manter a reserva de capital ecológico, melhorar a distribuição de valores e reduzir o grau de vulnerabilidade às crises económicas [7].

Com a sua publicação esclarece-se o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual vinha, desde os anos de 1970 a ser desenvolvido. Ainda assim, há diversos autores que afirmam que o tema ainda se encontra em construção. De acordo com *Norgaard*, “*é impossível definir o desenvolvimento sustentável de forma operacional e com o nível de controlo previsto na lógica da modernidade*”, mas independentemente disso não deixa de apresentar as suas ideias na procura da sustentabilidade [15]. Já o cientista do ambiente indiano Sharachchandra Lélé demonstrou, com alguma ironia, a sua ideia sob o conceito de desenvolvimento sustentável, ainda antes da sua consagração em 1992, notando:

«[...] o desenvolvimento sustentável é um “metafixo” que reunirá todas as pessoas: o industrial orientado para o lucro, o pequeno agricultor de subsistência, o trabalhador social que luta pela equidade, o habitante do primeiro mundo preocupado com a poluição ou pelo gosto da vida selvagem, o decisor que procura maximizar o crescimento, o burocrata orientado por objectivo, e, portanto o político contador de votos».

(Sharachchandra Lélé, 1992) [16]

Para além da definição de Brundtland, existe um vasto conjunto de definições de desenvolvimento sustentável, ao ponto que o Instituto Internacional para o Desenvolvimento

Sustentável afirma que há tantas definições como pessoas e organizações que trabalham com o conceito [17]. Para facilitar a compreensão desta temática, Susan Murcott, engenheira civil e docente do MIT compilou, em 1997, cinquenta e sete definições de desenvolvimento sustentável que até à data circulavam na literatura científica. Com base neste inventário, e em mais algumas definições que se consideram importantes para a compreensão desta temática, seleccionou-se um conjunto de definições que apresentam diferentes ideias, segundo o seu autor, e que estão citadas na tabela 2.

Tabela 2 - Algumas definições de desenvolvimento sustentável surgidas entre 1979 e 1999 [18] e [11]

Ano	Texto da definição
1999	«A essência do desenvolvimento sustentável anda à volta de cinco princípios fundamentais: qualidade de vida; justiça e equidade; participação e pareceria; o cuidado com o nosso meio ambiente e respeito por restrições ecológicas – reconhecendo que existem “limites ambientais”, sempre com o pensamento do princípio da precaução, para o futuro.» Fonte: From Making London Work by Forum for the Future’s Sustainable Wealth London project. [19]
1998	«A <i>transição</i> para a sustentabilidade [...] não é apenas a mudança da nossa sociedade presente para outra forma de sociedade futura; é a busca infinita por um planeta permanente e habitável no qual a vida possa evoluir com confiança e com dignidade. A sustentabilidade é como a democracia e a justiça. É um ideal moral, um objectivo universalmente reconhecido por que lutar; uma base partilhada para direccionar as energias criativas e reconstitutivas que compõem a vida na Terra, e que resplandece admiravelmente na condição humana.» Fonte: Timothy O’Riordan e Heather Voisey (eds), 1998, <i>op. cit.</i>
1996	«O desenvolvimento sustentável é um processo dinâmico que permite ao ser humano reconhecer o seu potencial e melhorar o nível de qualidade de vida protegendo e aumentando, em simultâneo os sistemas de suporte de vida na Terra.» Fonte: Forum For the Future, 1996. [20]
1992	«Desenvolvimento sustentável significa apoiar as políticas ambientais e de desenvolvimento numa comparação de custos e benefícios e numa análise económica cuidada que, em conjunto, irão fortalecer a protecção ambiental, conduzindo a níveis crescentes e sustentáveis de bem-estar.» Fonte: <i>World Development Report 1992: Development and the Environment</i> , Oxford University Press, New York, 1992.
1992	«A sustentabilidade do desenvolvimento está relacionada com a) os direitos das gerações futuras aos serviços proporcionados pelos bens naturais e produzidos e com b) a adequação das instituições formais e informais que afectam a transferência de bens para as gerações futuras enquanto garantes da qualidade de vida a longo prazo.» Fonte: Richard Norgaard, <i>Sustainability of the economics of assuring assets for future generations</i> . World Bank, Asia Regional Office, Working Paper series no. 832, 1992.
1991	«Desenvolvimento sustentável significa melhorar a qualidade da vida humana ao mesmo tempo que manter essa vida dentro dos limites impostos pela capacidade de carga dos ecossistemas de suporte.» Fonte: <i>Caring for the Earth</i> , Gland, Switzerland, International Union for Conservation of Nature (IUCN), 1991.

Ano	Texto da definição
1990	«O conceito de desenvolvimento sustentável constitui uma elaboração avançada sobre as ligações estreitas existentes entre a actividade económica e a conservação dos recursos ambientais. Ele implica a parceria entre o ambiente e a economia, no âmbito da qual um elemento chave é o legado às gerações futuras dos recursos ambientais sem que estes se encontrem “indevidamente” diminuídos.» Fonte: <i>On integrating environment and economics</i> (Issues Papers), Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1990.
1989	«Desenvolvimento sustentável significa o aumento da utilidade do bem-estar <i>per capita</i> ao longo do tempo, num regime de livre troca ou de substituição entre capital natural e capital artificial ou produzido, ou num regime sujeito à condição de não declínio da riqueza natural.» Fonte: David Pearce, Anil Markandya e Edward Barbier, 1989, <i>op.cit.</i>
1988	«Desenvolvimento sustentável - desenvolvimento económico, que pode continuar indefinidamente, porque se baseia na exploração de recursos renováveis e causa danos ambientais insuficientes para este representar um limite final.» Fonte: Allaby, MacMillan. <i>Dictionary of the Environment</i> 3rd ed, London, MacMillan Press Ltd, 1988.
1987	«Desenvolvimento sustentável: a capacidade da humanidade para garantir a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas necessidades próprias. O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas antes um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direcção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as alterações institucionais, são tornadas consistentes quer com as necessidades do presente quer com as do futuro.» Fonte: World Commission for Environment and Development (WCED), <i>Our Common Future</i> , Oxford University Press, 1997.
1979	«Uma sociedade sustentável é aquela que vive dentro dos limites autoperpetuáveis do seu ambiente. Essa sociedade... não é uma sociedade de “crescimento zero”. É antes uma sociedade que reconhece os limites do crescimento... [e] procura formas alternativas de crescimento.» Fonte: James Coomer, «The nature of quest for a sustainable society», in J. Coomer (ed). <i>Quest for a sustainable society</i> , Oxford, Pergamon Press, 1979.

A abrangência do discurso de desenvolvimento sustentável é considerada uma das causas da sua grande aceitação, inclusive porque não critica, directamente, a sociedade industrial e respectivos países desenvolvidos. Ainda que reconheça a existência de limites ecológicos para o crescimento, defende que é possível compatibilizá-los com um crescimento económico que pode continuar indefinidamente por meio de políticas e medidas adequadas. Na sua essência contém a simples ideia de garantir uma melhor qualidade de vida para todos, agora e para as gerações vindouras. Além disso definiu três princípios básicos a serem cumpridos: crescimento económico, equidade social e protecção ambiental. Este discurso revela-se muito ambicioso pois admite ser possível assegurar a satisfação das necessidades humanas sem limite de tempo e sem mudar muito os actuais paradigmas sociais e económicos.

A figura 2 pretende ilustrar as etapas marcantes do processo de aperfeiçoamento da sociedade humana sendo a sustentabilidade um estado importante para tal desígnio.

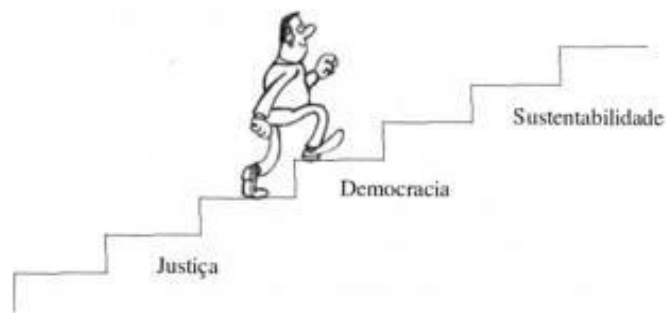


Figura 2- Ilustração da sustentabilidade enquanto patamar de um processo geral de aperfeiçoamento das sociedades humanas³ [11]

2.3. Componentes do Desenvolvimento Sustentável

A consagração do conceito de desenvolvimento sustentável a nível mundial ocorreu em 1992, no Rio de Janeiro, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, popularmente conhecida como Cimeira da Terra. Um dos principais acordos assinados durante esta conferência foi o programa de acção denominado por Agenda 21. Este extenso documento, descreve os primeiros passos para os países iniciarem o desenvolvimento sustentável, tanto a nível local, como global. Todos os signatários dos 179 países presentes, na Rio-92, prometeram corresponder ao desafio do desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões de sustentabilidade: social, económica e ambiental.

Tal como o próprio conceito as suas áreas de domínio, também são abrangentes, pelo que pode definir-se:

Sustentabilidade ambiental - como a capacidade de preservar ao longo do tempo os recursos estáveis, evitando o excesso de exploração dos recursos não renováveis, a manutenção da biodiversidade, a redução de poluição atmosférica garantindo assim a continuidade dos seres vivos nas actuais e próximas gerações. Segundo a ONU inclui também a manutenção da biodiversidade, a redução da população sem acesso a água potável e saneamento básico e à diminuição da população que vive no limiar da pobreza.

Sustentabilidade económica - como a capacidade que um sistema económico tem em gerar um crescimento constante e melhor dos seus indicadores económicos. No fundo é a capacidade de gerar riqueza e emprego para a população, através da combinação mais eficiente dos recursos, que permitem a produção e manutenção do mais alto valor acrescentado de bens e serviços, numa base contínua.

Sustentabilidade social – como a capacidade de garantir bem-estar (segurança, saúde, educação), distribuído de uma forma equitativa entre as classes e géneros sociais. A qualidade de vida ambicionada pela sociedade só é possível respeitando a diversidade entre

³ *Cartoon de Rodrigo de Matos.*

os povos, a maturidade dos mesmos e o respeito pela democracia no sentido da coesão social.

Compreendendo melhor as três dimensões do desenvolvimento sustentável entende-se porque é considerado um desafio. Coordenar a tripla linha de base da sustentabilidade é um processo muito complexo de executar na prática pois é necessário a envolvimento de diversas áreas para atingir um objectivo comum.

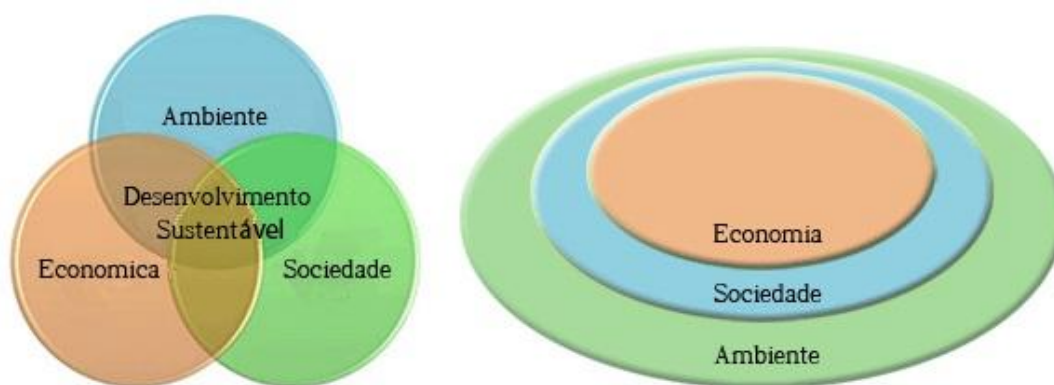


Figura 3 - Representação esquemática do conceito de Desenvolvimento Sustentável, segundo o diagrama de Venn (esquerda) e Nested (direita). [21]

Na figura 3, o modelo representado segundo o diagrama de *Venn* assume particular destaque, pois para além de ser um dos modelos mais comuns, salienta a importância da intersecção entre as três diversas áreas de um modo equitativo. Estes modelos enfatizam claramente a necessidade de interdisciplinar e transdisciplinar a abordagem da sustentabilidade.

Em relação ao modelo de *Nested* a harmonia entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável é considerada de um modo diferente, mas o objectivo é o mesmo. A sociedade engloba a multiplicidade de interacções que compõem a vida humana. Toda a actividade humana ocorre dentro do ambiente, a própria vida dos seres vivos depende do meio ambiente. Por outro lado muitas das acções do Homem visam a progressão económica. Mas apesar do sector económico estar colocado ao centro não significa que os outros sectores e actividades girem à sua volta. Pelo contrário é um subconjunto dos outros e é dependente dele. A economia é dependente da sociedade que por sua vez é dependente do ambiente. A sociedade humana depende do ambiente, mas o ambiente continuaria sem a sociedade. Por fim, a economia depende da sociedade e do ambiente, embora a sociedade já tenha existido sem economia e em certos lugares ainda não seja aplicada.

Tabela 3 - Desenvolvimento Sustentável: preocupações comuns, ênfases diferentes [22]

O que deve ser sustentado?	Por quanto tempo? 25 anos “Agora e no futuro” “Para sempre”	O que deve ser desenvolvido?
Natureza Terra Biodiversidade Ecossistemas	Ligados por Apenas Principalmente Mas E Ou	Pessoas Sobrevivência das crianças Esperança de vida Educação Equidade Igualdade de oportunidades
Suporte de Vida Serviços de ecossistema Recursos Ambiente		Economia Saúde Sectores produtivos Consumo
Comunidade Culturas Grupos Lugares		Sociedade Instituições Capital social Estados / Governos Regiões

(Adaptado de National Research Council, 1999)

A tabela 3 resulta de um estudo do Conselho de Desenvolvimento Sustentável da *National Academy of Science* em que após analisar a diversa literatura sobre o tema, simplificou os elementos fundamentais para garantir a transição para um desenvolvimento sustentável.

Assim, sobre o título “o que deve ser sustentado” foram identificadas três categorias principais, a natureza, o sistema de suporte da vida e a comunidade, bem como as categorias intermédias para cada um, tal como a Terra, os recursos e as culturas. Do lado oposto foi identificado “o que deve ser desenvolvido”, sendo o Homem, a economia e a sociedade o alvo desse desenvolvimento. O horizonte temporal para que tal possa ocorrer deve começar no presente, de modo a manter-se na próxima geração, ou até ao fim da civilização.

Em suma, o conceito de desenvolvimento sustentável baseia-se num princípio político e ético que implica que as dinâmicas socioeconómicas das sociedades sejam compatíveis, tanto com a melhoria das condições de vida como com a capacidade dos recursos naturais em se regenerarem por um tempo indefinido.

2.4. Indicadores de Sustentabilidade

Ao longo dos anos um crescente número de organizações tem respondido ao desafio da Agenda 21 para desenvolver indicadores para o desenvolvimento sustentável a curto prazo. No capítulo 40 da Agenda 21 foi sugerido um aperfeiçoamento na disponibilidade da informação e que a mesma fosse rigorosa, facilitando assim a construção de indicadores de desenvolvimento que permitissem melhores tomadas de decisão.

Os indicadores são parâmetros seleccionados e considerados isoladamente ou combinados entre si que permitem reflectir sobre determinadas condições dos sistemas em análise, ao longo do tempo. A sua função resume-se essencialmente à simplificação, quantificação e comunicação da informação. Apesar de não explicar o porquê de determinadas tendências estarem a ocorrer, se a informação estiver facilmente perceptível e bem quantificada é naturalmente bem entendida, permitindo assim tomar decisões com um menor grau de incerteza. Geralmente os dados apresentados são tratados estatisticamente permitindo a sua melhor compreensão.

À medida que o conceito de desenvolvimento sustentável foi interiorizado pelas instituições, mais indicadores têm sido desenvolvidos para abranger os três pilares da sustentabilidade.

Dos vários indicadores de desenvolvimento utilizados o PIB é um dos mais analisados, pois tratando-se de um indicador económico tem como objectivo mensurar a actividade económica de um país ou região. Por outro lado os indicadores sociais também têm sido desenvolvidos como é o exemplo do Índice de Desenvolvimento Humano que tem sido muito utilizado nos relatórios anuais da ONU. No caso da sustentabilidade ambiental também foram criados indicadores, como é o caso da Pegada Ecológica.

Os indicadores de sustentabilidade podem ser agrupados segundo índices ou categorias, consoante a intenção da instituição que os desenvolve. Na maioria das vezes os indicadores são agrupados segundo os três princípios do desenvolvimento sustentável, que por sua vez podem ser divididos em subgrupos.

A interpretação da figura 4 permite compreender melhor a importância da energia no desenvolvimento sustentável. A sustentabilidade energética traduz-se na quantidade e no ritmo a que a energia é consumida e o efeito desse consumo na sustentabilidade a longo prazo; na qualidade e quantidade das energias renováveis disponíveis e no efeito da utilização da energia no ambiente. A tecnologia, o planeamento e a gestão dos sistemas energéticos são ferramentas que permitem o uso eficiente das formas finitas e alternativas de energia pela actividade humana, de uma forma equitativa.

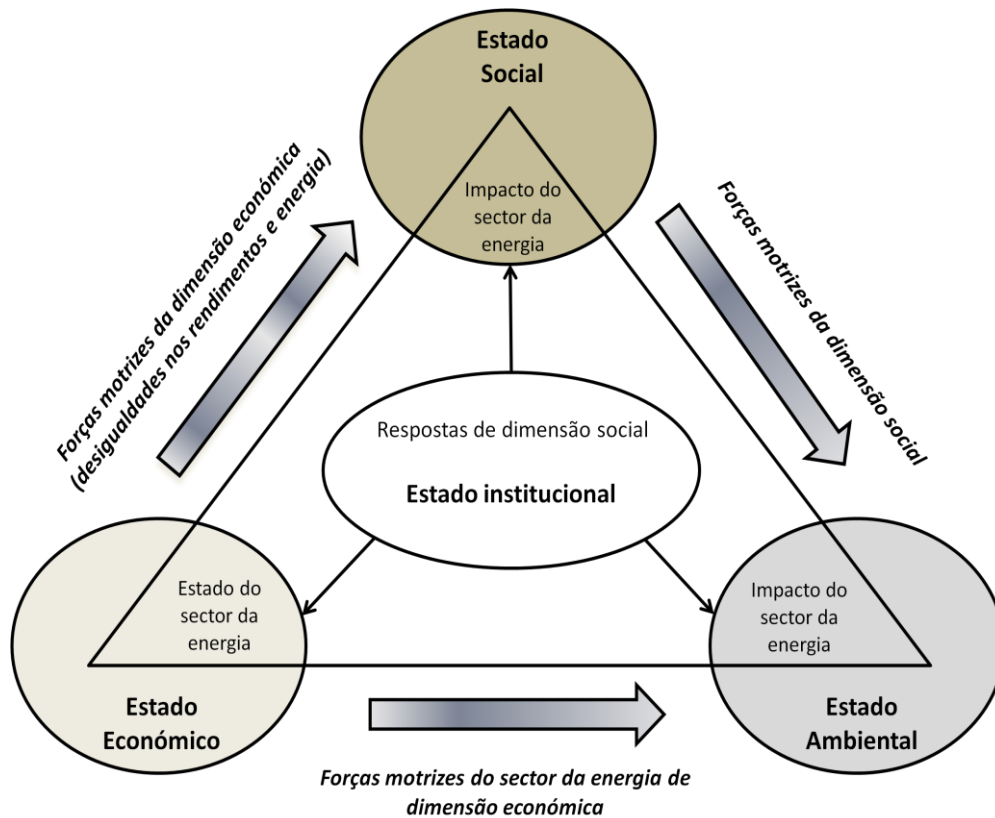


Figura 4 - Inter-relações entre as dimensões da sustentabilidade e o sistema energético. [23]

(Adaptado de IAEA/IEA, 2001)

O sector da energia desempenha um papel verdadeiramente central na determinação das tendências futuras do desenvolvimento sustentável a curto, médio e longo prazo. É pois fundamental analisar a situação energética global, tanto no presente como no futuro, confrontando-a com o desenvolvimento sustentável.

3. Energia

3.1. Breve resumo histórico

A grande diferença entre a actual civilização e as anteriores é a capacidade desta em transformar a energia e utilizar a mesma de forma sistemática. A evolução do uso da energia tem passado por várias fases progressivas até chegar à situação de hoje.

A história da energia confunde-se com a história da Humanidade, uma vez que a primeira forma de energia utilizada pelo Ser Humano restringia-se à sua própria força muscular.

Desde que o homem aprendeu a controlar o fogo, há aproximadamente 500 mil anos, que se iniciou o domínio da produção de energia em seu benefício. Esta descoberta, considerada por muitos a maior conquista do ser humano na pré-história, permitiu realizar tarefas até então impossíveis como cozer os alimentos, aquecer as noites frias, iluminar e afastar os animais e outros povos inimigos. Mais tarde o fogo possibilitou também trabalhar os metais, e conseqüentemente, fabricar instrumentos agrícolas e armas de guerra e caça mais sofisticadas.

Outra fase marcante na história da energia corresponde ao momento em que o homem passou a utilizar a energia dos animais que domesticava, para realizar os trabalhos mais pesados, como arar e transportar cargas.

Através da construção de pequenos diques ligados a moinhos começou a aproveitar-se a força da água para transformar os produtos primários. Do mesmo modo, a utilização da energia do vento também serviu para rodar os moinhos, que foram um dos primeiros processos industriais desenvolvidos pelo Homem, e ainda teve um papel fundamental ao empurrar as caravelas que navegaram durante os Descobrimentos.

Porém o grande marco da utilização da energia teve lugar durante o século XVIII, com a invenção da máquina a vapor e conseqüente Revolução Industrial, marcando definitivamente o uso e a sua importância nos tempos modernos.

Na segunda década do século XX surge a produção em série, inventada por *Henry Ford*, que revoluciona o sector dos transportes e da indústria. Neste mesmo século inicia-se a exploração do petróleo e começa-se a usá-lo como combustível. Numa época de grandes alterações industriais e conseqüente desenvolvimento, o carvão afirmou-se como o principal vector energético da época, substituindo a madeira que era o recurso mais utilizado até à data. Primeiro o carvão, depois o petróleo e por fim o gás natural.

O século XX foi caracterizado por grandes avanços tecnológicos e desenvolvimentos sociais que foram suportados pela exploração do petróleo, que ainda hoje se manifesta como a maior fonte de energia. A par “*do ouro negro*”, a exploração do gás natural também evoluiu, particularmente no período pós-guerra.

No entanto com os choques petrolíferos da década de 70, surgiram as crises energéticas que tiveram consequências nefastas nos mercados financeiros. Tem início o fim da Era da energia barata, aumentam as preocupações com o meio ambiente e surge a consciencialização, pelo menos por parte dos países industrializados, que os combustíveis fósseis não são recursos inesgotáveis.

Com vista à diminuição da dependência dos combustíveis fósseis e à procura de uma energia económica e limpa, na segunda metade do século XX, apostou-se na energia nuclear, iniciou-se a implementação das energias renováveis e introduziu-se o conceito de reciclagem e recuperação de energia dos resíduos agrícolas, urbanos e industriais. No entanto, a energia atómica, apesar de ainda hoje ser a base da produção de electricidade de alguns países industrializados, não se afirmou como uma alternativa credível ao trio de combustíveis não renováveis, por motivos económicos, de segurança e ambientais [24].

A partir dos anos 90 e essencialmente já no novo século houve uma alteração na percepção da utilização da energia. Conceitos como eficiência energética e utilização racional de energia (URE) começaram a fazer parte da rotina dos países desenvolvidos. Actualmente, as grandes apostas são nas energias renováveis, na melhoria dos equipamentos de forma a maximizar os rendimentos energéticos, na protecção ambiental e em formas de energia integradas ou apropriadas ao desenvolvimento local e sustentado [24].

3.2. Definição de energia

A palavra energia deriva do grego *ἐνέργεια*, *energeia*, que foi utilizada pela primeira vez por Aristóteles. A sua etimologia teve origem na palavra *εργος* (*ergos*) que significa “trabalho” [24].

Apesar da energia estar presente no universo e da sua importância como conceito científico, é muito difícil expressar por meio de uma definição o que é a energia. A energia, geralmente, é definida como a capacidade de realizar trabalho. No entanto esta definição nem sempre reúne o consenso geral e está longe de ser perfeitamente compreendida. Por exemplo quando uma lâmpada está a iluminar uma sala, esta emite energia luminosa, logo torna-se difícil de imaginar como é que a energia luminosa, emitida por uma lâmpada, tem a “capacidade de realizar trabalho”.

O conceito de energia não deve ser compreendido exclusivamente pela sua definição habitual, mas sim pela percepção da sua presença em todos os processos de transformação que ocorrem nas acções desencadeadas no universo. No fundo, a energia pode ser entendida como a capacidade de causar alterações em qualquer sistema [26].

Uma das leis fundamentais da natureza é o princípio da conservação da energia. Este princípio expressa que durante uma interacção, a energia pode mudar de uma forma para

outra, mas que a quantidade total permanece constante. Ou seja, a energia não pode ser criada ou destruída mas sim transformada. Sempre que é necessária uma quantidade de energia para alguma actividade, essa energia deve ser obtida por meio de transformações, a partir de outra forma já existente.

“Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”

(Antoine de Lavoisier, 1794)

A energia pode dividir-se em duas categorias: primária e secundária. A energia primária corresponde aos recursos energéticos que se encontram disponíveis na natureza, como petróleo, gás natural, energia hídrica, energia eólica, biomassa ou solar. A energia secundária é obtida a partir da transformação das fontes primárias. A electricidade e os derivados energéticos do petróleo, como a gasolina ou gasóleo, são os maiores exemplos de energias secundárias existentes no dia-a-dia.

A energia final é a energia disponibilizada aos utilizadores independentemente da sua origem, primária ou secundária.

No entanto para converter a energia, chamada final na forma em que ela é usada, passa-se ainda por um processo que implica perdas, sendo necessário considerar um rendimento. Assim para além da energia final existe a energia útil que resulta do produto do rendimento do sistema pela energia final. O rendimento pode ser da ordem de 90%, como é o caso de uma turbina hídrica ou de um motor eléctrico, ou entre 35% e 40%, no caso das centrais eléctricas a carvão, ou mesmo inferior a 15%, no caso dos painéis fotovoltaicos de tecnologia actual [27].

Tipos de manifestação de energia

Segundo uma análise Termodinâmica⁴, as diversas formas da energia que constituem a energia total devem ser agrupadas em dois grupos: macroscópico e microscópico. As formas macroscópicas de energia são aquelas que um sistema possui como um todo, com relação a algum referencial externo, como as energias cinética e potencial. As formas microscópicas de energia são aquelas relacionadas à estrutura molecular de um sistema e ao grau de actividade molecular. A soma de todas as formas microscópicas de energia é designada por energia interna de um sistema. Por outras palavras, a energia interna pode ser encarada como a soma das energias cinética e potencial das moléculas.

No entanto, no quotidiano a energia acaba por ser denominada consoante a natureza dos sistemas envolvidos na sua transformação (produção), ou armazenamento. Assim, a energia

⁴ *Termodinâmica pode ser definida como a ciência que estuda a energia.*

pode manifestar-se em diversas formas, sendo as que se descrevem de seguida as mais frequentes.

A energia térmica está associada ao calor de um corpo. Sempre que existe uma diferença de temperatura entre dois corpos a energia transmite-se do corpo que tiver a temperatura mais alta para aquele ou aqueles que a têm mais baixa. A energia geotérmica é fruto desta forma de energia.

A energia mecânica pode ser definida como a forma de energia que pode ser convertida directamente em trabalho mecânico. As energias cinéticas e potencial são as formas conhecidas da energia mecânica. Tanto a energia eólica como a energia hidráulica são resultantes deste tipo de manifestação de energia.

A energia radiante manifesta-se sobre a forma de radiação e transmite-se através de ondas electromagnéticas. Esta energia, ao contrário das outras, tem a particularidade de ser a única que se propaga no vazio, i.e. não é necessário um meio para concretizar a sua transferência. Quando a radiação é visível é comum classificar-se como energia luminosa. Esta energia compreende a energia solar.

A energia química é a energia interna associada às ligações entre os átomos de uma molécula. Durante uma reacção química, como no processo de combustão, algumas ligações químicas são destruídas enquanto outras são formadas. Como resultado, a energia interna é alterada. Desde a digestão dos alimentos no corpo humano, passando pela fotossíntese realizada pelas plantas, até às imensas aplicações resultantes de transformação químicas dos recursos naturais, todo o tipo de reacções químicas existentes comportam a energia química.

A energia nuclear é a energia libertada durante a fusão ou fissão de um núcleo atómico. Devido ao facto das ligações no núcleo serem muito mais fortes que as ligações entre os electrões e o núcleo, a quantidade de energia que pode ser obtida através destes processos é muito superior aquela que pode ser obtida através de processos químicos, que envolvem apenas as regiões externas dos núcleos. Na fissão, um átomo de um elemento é dividido, produzindo dois átomos de menores dimensões de elementos diferentes. Enquanto na fusão, dois átomos de pequenas dimensões combinam-se originando um átomo de maiores dimensões, constituindo um elemento diferente. A energia do sol decorre de um processo de fusão em que os átomos de hidrogénio fundem-se para formar átomos de hélio, gerando enormes quantidades de radiação solar.

A energia eléctrica é consequência da energia contida numa corrente eléctrica. A matéria que constitui os corpos é constituída por partículas, denominadas de átomos. Estes, por sua vez, são compostos pelos protões e neutrões, que formam o núcleo, e ainda por os electrões que o circundam e contêm carga eléctrica. Consoante a sua natureza, um átomo pode ganhar ou perder electrões para os átomos vizinhos. O fluxo de electrões que ocorre entre os átomos é

denominado por corrente eléctrica. Quanto mais electrões se movimentarem no mesmo espaço, maior a intensidade de corrente. Tratando-se de uma fonte de energia secundária, a energia eléctrica resulta de um ou mais processos de transformação das fontes primárias, como o sol, os combustíveis fósseis, ou a água.

3.3. Panorama energético

O debate sobre a energia faz parte da agenda política, social e económica. Para os governos é fundamental pois a energia é a força vital das suas economias; para os cientistas e ambientalistas por causa das ameaças das alterações climáticas e para o domínio dos combustíveis fósseis; para os economistas devido ao potencial de negócios que a energia possibilita; para os engenheiros porque estes têm a tarefa de desenvolver novas tecnologias para fornecer e consumir energia de uma forma mais inteligente e acessível; e por último mas não menos importante, para os consumidores porque a volatilidade dos preços tem um impacto directo nos orçamentos familiares.

Antes de se analisar os dados estatísticos relativos ao sector energético, vale a pena ponderar sobre a importância da energia em todos os aspectos da vida. Fundamentalmente, o panorama energético trata de pessoas – famílias que usam energia para melhorar as suas vidas diárias. Em escala internacional e nacional, é a essência das economias modernas. Para as nações desenvolvidas, as fontes seguras de energia impulsionam as tecnologias e os serviços que enriquecem e prolongam a vida. Para as nações, consideradas, em desenvolvimento a expansão de fontes de oferta de energia seguras e financeiramente acessíveis apoia, e até mesmo acelera, mudanças que melhoram e salvam vidas. A energia segura traduz-se na expansão da indústria, na modernização da agricultura, na ampliação do comércio e em melhores transportes e habitação. Estes são os componentes básicos do crescimento económico que geram empregos que ajudam as pessoas a saírem da pobreza e a criarem melhores condições de vida.

Por estes e outros motivos, as questões energéticas são de vital importância e exigem compreensão, daí a relevância dos conteúdos debatidos de seguida.

3.3.1. A nível mundial

O mundo utiliza 15 mil milhões de BTU de energia por segundo, o que corresponde em unidades do Sistema Internacional (SI) a 1,1 TJ por segundo [28].

Nas últimas décadas tem-se assistido a um aumento do consumo energético a nível mundial. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA) em 1971 o consumo de energia final era de 4.676 Mtep, tendo quase duplicado em 2009 para um consumo de 8.353 Mtep [29]. No entanto o relatório da petrolífera BP apresenta para o ano de 2009 consumos na ordem dos

11.363,2 Mtep e 12.002,4 Mtep para o ano de 2010 [30]. Este últimos valores estão de encontro aos valores publicados pela *Enerdata* nas suas estatísticas globais de energia, que obtêm 12.792 Mtep de energia consumidas no último ano da primeira década do novo milénio [31]. Em unidades SI traduz-se em 535 EJ de energia. A figura 5 demonstra o consumo de energia mundial, entre 1971 e 2009, em função da fonte energética.

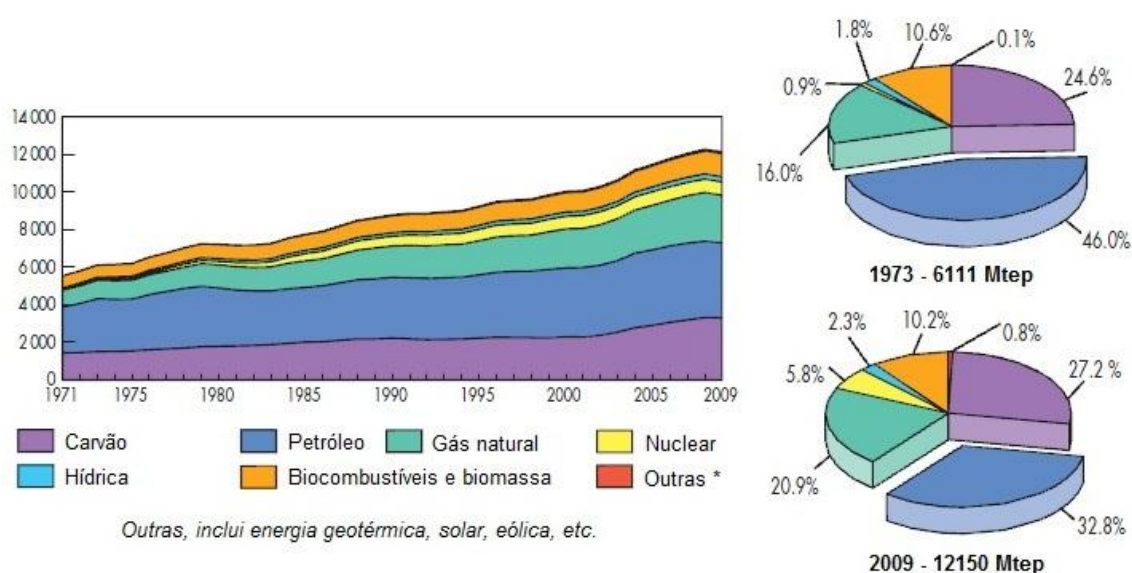


Figura 5 - Consumo mundial de energia primária em Mtep, entre 1971 e 2009, em função da fonte energética. [29]

(Adaptado de IEA, 2011)

Analisando a figura, é evidente que a energia produzida por cada fonte de energia tem vindo a aumentar. Exceptuando o ano de 2009, ano que se instalou a crise financeira nos mercados, e aos períodos subsequentes às crises do petróleo, em 1973 e em 1978/83, em que houve um decréscimo do consumo de energia, o aumento tem sido uma constante.

No ano de 2010 o consumo de energia retomou o crescimento devido a duas tendências convergentes. Primeiro, o consumo de energia nos países da OCDE voltou a crescer, com aumentos na ordem dos 6,7% para o Japão, 4% na Europa e 3,7% nos EUA. Segundo, as novas potências emergentes continuam a sua procura intensa por todas as formas de energia. Actualmente, a China é o maior consumidor mundial de energia, superando os EUA, enquanto a Índia ocupa o terceiro lugar do pódio [31].

Ao longo dos últimos dois séculos o trio de combustíveis fósseis tem-se afirmado como a base energética do planeta. Entre as fontes energéticas disponíveis, o petróleo é largamente o mais utilizado, devido à sua grande variedade de derivados, mas ainda assim tem diminuído a sua quota, devido, sobretudo, à maior exploração de outras fontes, como é o caso do gás natural, carvão e da energia nuclear.

“Se o consumo energético da população mundial fosse equivalente ao consumo médio de um habitante de Singapura ou dos EUA, as reservas de petróleo esgotariam em 9 anos.”

(WWF 2011) [32]

O consumo mundial de energia manifesta grandes discrepâncias na grandeza de valores, conforme demonstra a figura 6. Países como os EUA, o Canadá e a Arábia Saudita destacam-se por expressarem consumos acima dos 6,0 tep/ habitante. A nível da Europa, a Noruega, a Bélgica e a Holanda são os únicos países que têm altos consumos de energia *per capita*. Destaque para Portugal que faz parte do conjunto de países com os consumos mais baixos da Europa. No ano de 2010 o consumo de energia final *per capita* foi na ordem de 1,70 tep, em contraste com os 2,30 tep da UE [33].

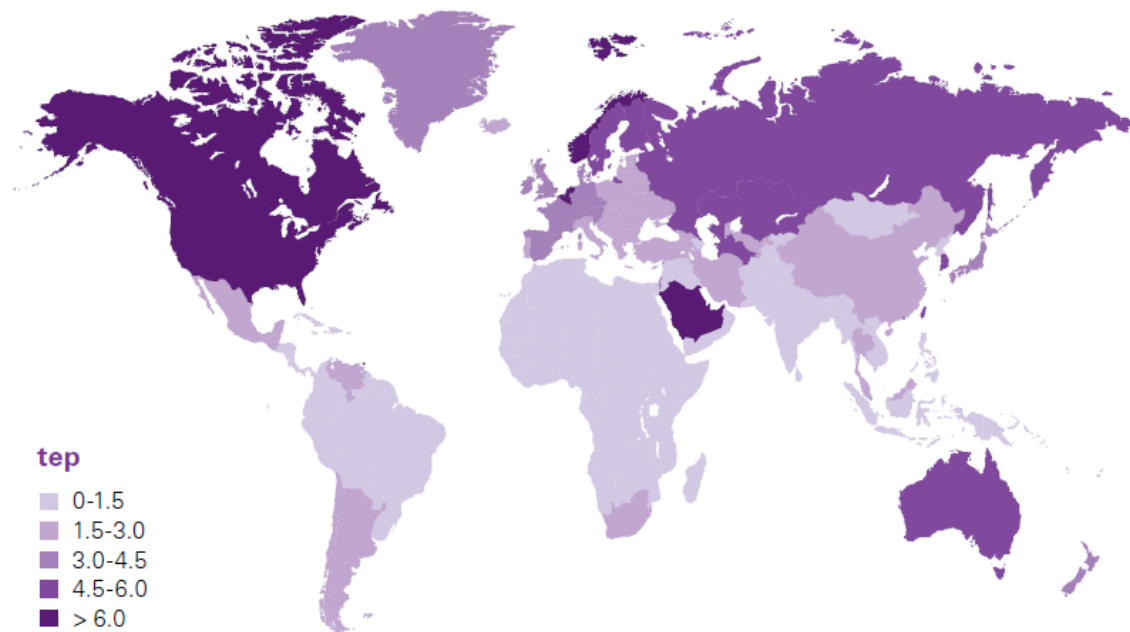


Figura 6 - Consumo mundial de energia *per capita* em 2010. [30]

(Adaptado de BP, 2011)

Por sua vez, a energia eléctrica tem seguido a mesma tendência que o consumo global de energia primária. Hoje em dia acender as lâmpadas de casa ou ligar qualquer aparelho eléctrico é um hábito normal da sociedade. Enquanto fenómeno, esta fonte de energia foi estudada desde o século XVI, mas as suas primeiras aplicações práticas ocorreram já no período da Revolução Industrial. Contudo foi após o primeiro fornecimento público de energia eléctrica na Inglaterra, em 1881, que esta tecnologia se expandiu e deu arranque ao processo de desenvolvimento de actividades de produção, distribuição e fornecimento de energia eléctrica [34].

No ano de 1973 foram produzidos 6115 TWh, sendo que em 2009 produziu-se cerca de três vezes mais. Na figura 7 mostra-se esta evolução entre o período de 1971 e 2009, em função do combustível utilizado.

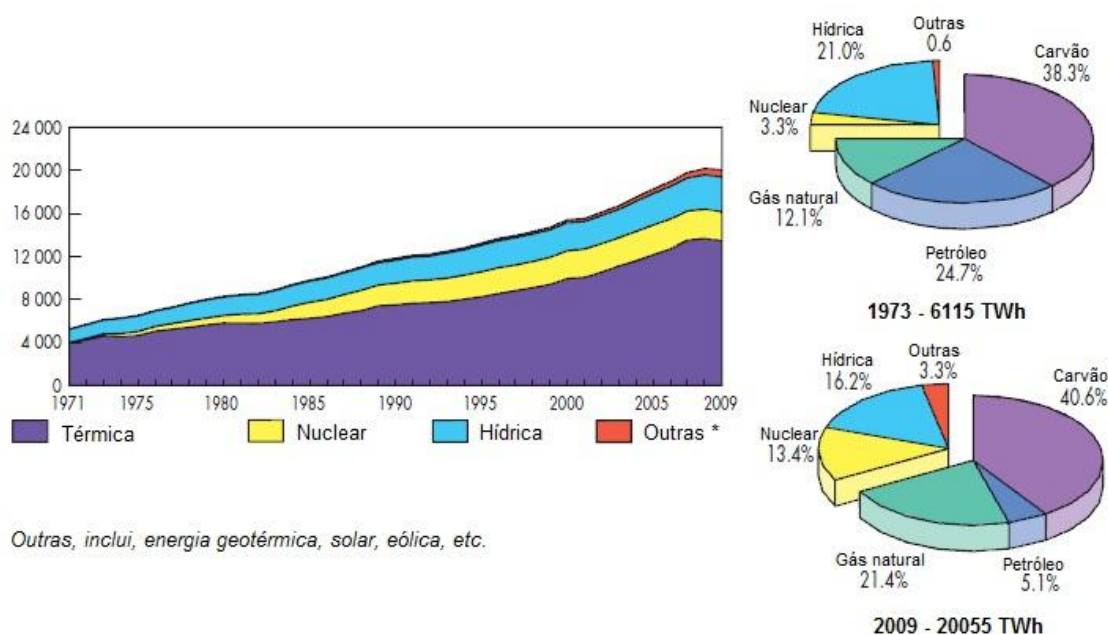


Figura 7 - Consumo mundial de energia eléctrica em TWh, entre 1971 e 2009, em função da fonte energética. [29]

(Adaptado de IEA, 2011)

A produção de energia eléctrica resulta, em grande parte, da queima de combustíveis de origem não renovável, apesar da diminuição de 8% no período considerado. O desenvolvimento da energia nuclear, na década de 1970, justifica esta diminuição. Em relação ao trio de combustíveis fósseis, verifica-se uma grande redução no uso do petróleo, o qual foi substituído pelo gás natural, visto que o petróleo tem uma utilização mais rentável noutros sectores, como o dos transportes.

As fontes de energia renovável para produção de electricidade, como a eólica, a biomassa e o solar fotovoltaico, ainda não têm grande expressão a nível global, o que também se explica pelo facto de só terem começado a ser implementadas em maior escala nas últimas duas décadas.

A sociedade económica e o mercado energético são dependentes, da extracção e posterior queima para produção de energia, de combustíveis fósseis. A grande desvantagem destes combustíveis são as emissões de GEE, como o CO₂. Na figura 8, pode-se observar a evolução das emissões desde 1971 a 2009.

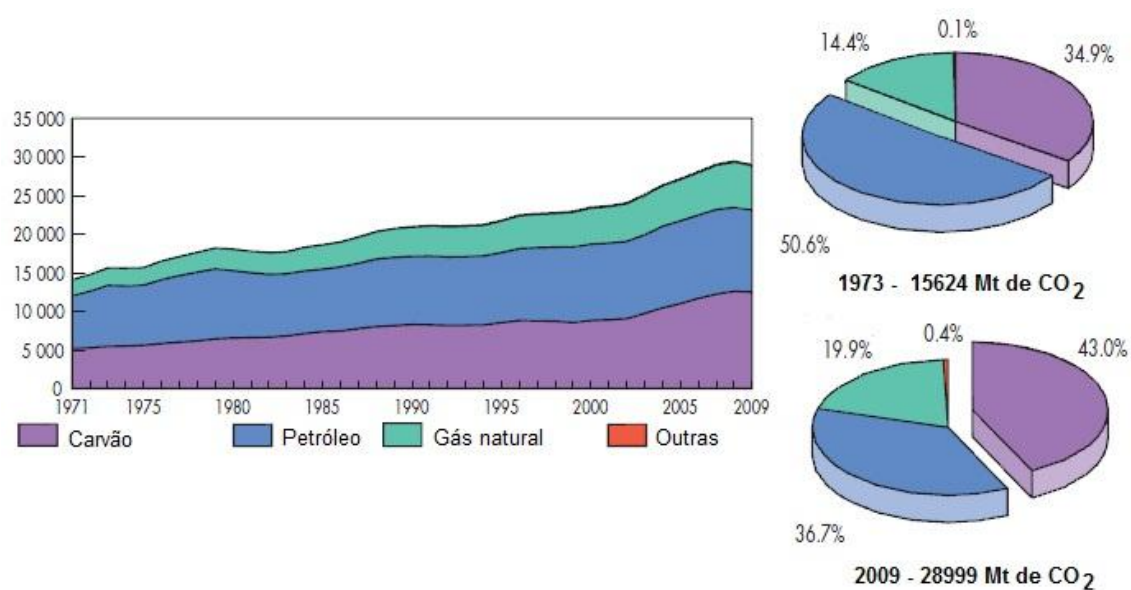


Figura 8 - Emissões mundiais de CO₂ em Mt, entre 1971 e 2009, em função do tipo de combustível fóssil. [29]

(Adaptado de IEA, 2011)

O gráfico referente às emissões mundiais de CO₂ tem uma geometria muito idêntica aos três combustíveis fósseis demonstrados na figura 5, que representa o consumo mundial de energia. Devido à maior utilização dos combustíveis fósseis, para responder às necessidades energéticas, as emissões de CO₂ tem aumentado, passando de 15.624 Mt em 1973 para 28.999 Mt em 2009, um registo de quase o dobro. Para o período em análise, o petróleo diminuiu a sua quota de emissões e o carvão e gás natural aumentaram. Este facto já foi explicado, pois prende-se com a redução da utilização do petróleo na produção de energia eléctrica.

A partir do ano de 2000 houve um forte aumento anual das emissões de CO₂, explicado em parte, pela crescente industrialização dos países emergentes. Actualmente, os EUA emite 16,9 toneladas por ano *per capita*, mais do dobro de um país da UE, com 8,1 toneladas. Em comparação, a China emite 6,8 toneladas *per capita*, valor abaixo da UE, mas igual à Itália por exemplo. No entanto deve-se notar que os valores médios destas duas potências escondem diferenças regionais significativas.

Resumidamente, os dados apresentados sobre o contexto energético mundial evidenciam um paradigma de desenvolvimento apoiado num forte consumo de energia e uma elevada dependência dos combustíveis fósseis, que por sua vez acarretam impactes económicos e ambientais.

3.3.2. A nível da União Europeia

Com uma população que ascende os 500 milhões de habitantes, isto é, cerca de 7% da população mundial, e um *PIB* correspondente a 20% do total mundial, os 27 países pertencentes à UE ocupam um lugar de destaque nos sectores económico e energético a nível mundial.

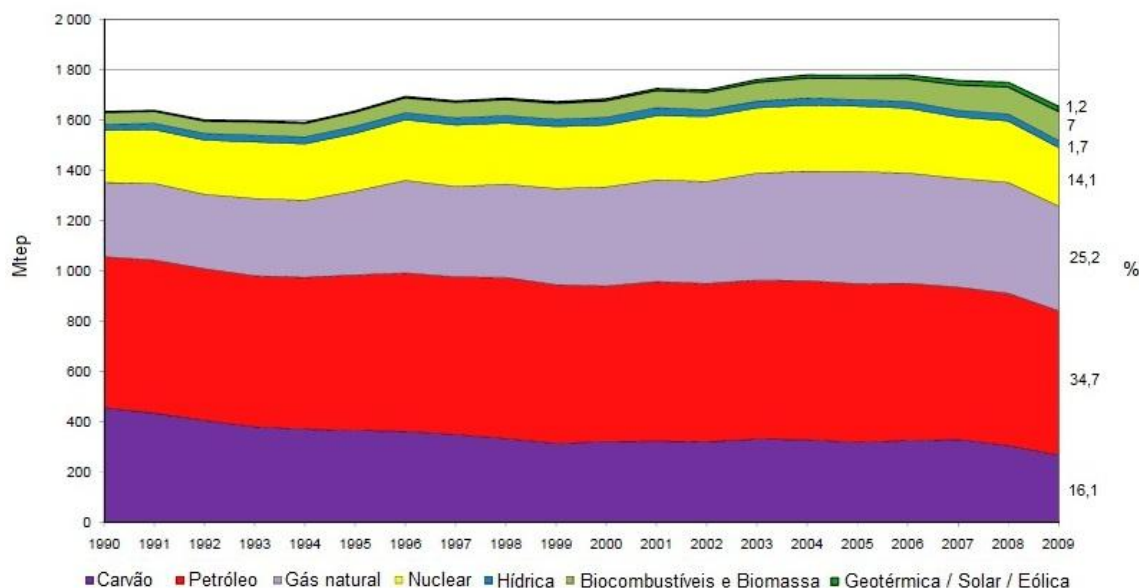


Figura 9 - Fornecimento total de energia primária em Mtep e percentagem da EU-27, entre 1990 e 2009, em função da fonte energética. [35]

(Adaptado de IEA, 2009)

Sendo a UE um conjunto de países com uma cultura e nível de desenvolvimento bastante elevado, a evolução do fornecimento de energia primária é baixo, quando comparado com outras regiões como a Ásia ou África. Numa perspectiva geral o fornecimento de energia primária aumentou gradualmente, seguindo-se um período de estabilização em 2006. Já em 2009 registou-se o valor mais baixo da década, 1.656 Mtep. Durante o período observado a maior taxa anual de redução foi sentida entre 2008 e 2009, em cerca de 5%. Relativamente ao tipo de energia utilizada, o facto mais notável relaciona-se com a diminuição do uso do carvão em contraste com o uso do gás natural. Entre 1990 e 2009, o carvão reduziu a sua utilização em 20% e o gás natural aumentou 9%, o que se revela uma evolução benéfica dado que a queima de gás natural é menos poluente e tem maior rendimento, comparativamente ao carvão. A UE é um pouco o reflexo da utilização das fontes alternativas a nível mundial, pelo que também se verifica um aumento na produção deste tipo de energia, como é o exemplo da energia da biomassa, e das tecnologias solar e eólica.

Quanto ao consumo de energia eléctrica a tendência é igual há que ocorre a nível mundial. No início da década de 1990 a UE consumia à volta de 2.500 TWh de electricidade, enquanto no ano de 2011 foram fornecidos 3.124 TWh [36].

A figura 10, demonstra a evolução no fornecimento de energia eléctrica até 2009, altura em que se instalou a crise nos mercados financeiros e as grandes indústrias reduziram significativamente o seu consumo de energia, reduzindo assim o total do consumo de electricidade. Já no ano de 2010 houve um ligeiro aumento do consumo que foi novamente abalado em 2011.

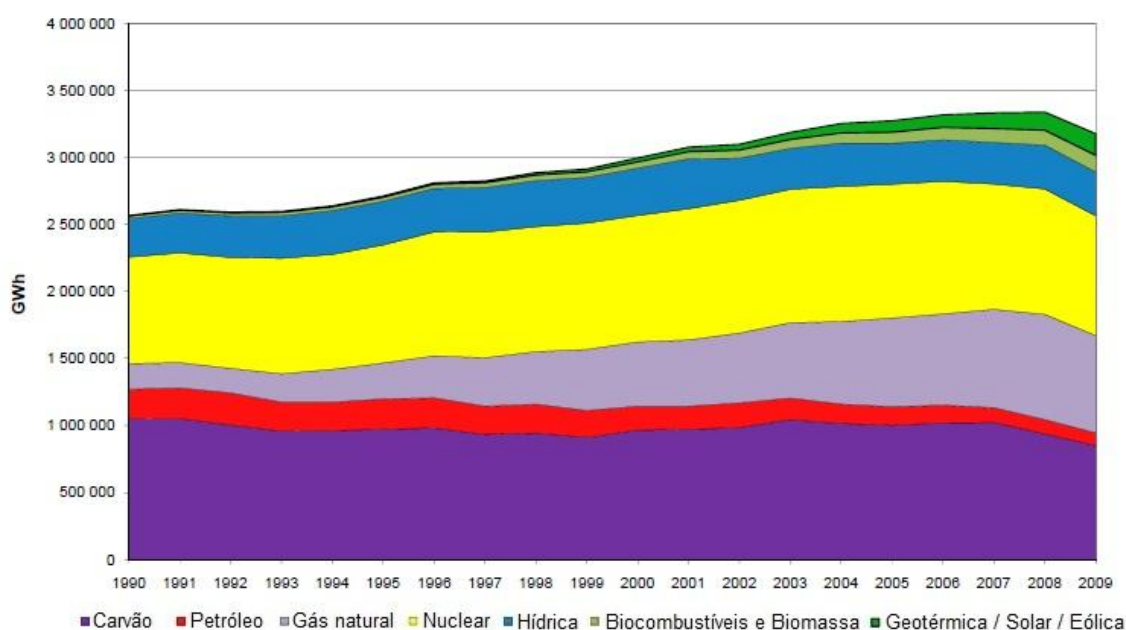


Figura 10 - Fornecimento total de energia eléctrica em GWh da EU-27, entre 1990 e 2009, em função da fonte energética. [36]

(Adaptado de IEA, 2009)

Em relação às fontes energéticas utilizadas na produção de energia eléctrica, a queima de combustíveis fósseis mantém-se predominante, ainda que a distribuição por tipo de combustível tenha sido alterada. O carvão e o petróleo diminuíram a sua participação, que foi colmatada pelo aumento da potência instalada nas centrais térmicas a gás natural, muitas das quais com ciclos combinados.

O aumento da produção de electricidade através de fontes renováveis, nomeadamente a biomassa, solar e eólica denota um importante avanço no uso das tecnologias mais limpas. Em 2009, a produção de energia eléctrica proveniente de fontes renováveis contribuiu em 18,2% para o consumo bruto na UE.

A UE tem-se esforçado no desenvolvimento de medidas de incentivo à implementação e difusão das energias renováveis, através de políticas mais amigas do ambiente. Entre 1990 e

2007, as emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis fósseis passaram de 4.399,5 Mt para 4.186,7 Mt, o que representa uma diminuição de quase 5% [36]. A UE e a Rússia são as únicas duas grandes regiões que diminuíram as emissões de CO₂. De realçar, como já foi mostrado, que as emissões globais de CO₂ aumentaram, 45% entre 1990 e 2010, atingindo o máximo de 33000 Mt, em 2010 [38].

3.3.3. A nível Nacional

Portugal é um país com escassos recursos energéticos fósseis, nomeadamente, aqueles que garantem as necessidades energéticas dos países desenvolvidos. Estas formas de energia primária têm de ser importadas, o que torna Portugal dependente da volatilidade dos preços nos mercados.

Em 2010 a dependência energética exterior de Portugal situava-se nos 76,7%, resultando num saldo importador de produtos energéticos na ordem dos 5561 milhões de € [38]. Comparativamente com os 27 países membros da UE, Portugal está ainda muito acima da média em relação à dependência energética, situada nos 55,9% em 2009. No ano de 2009 apenas cinco países manifestaram uma dependência energética do exterior superior a Portugal, sendo eles: a Itália (82,9%), Irlanda (88%), Chipre (97,3%), Luxemburgo (97,6%) e Malta (101,8%) [40].

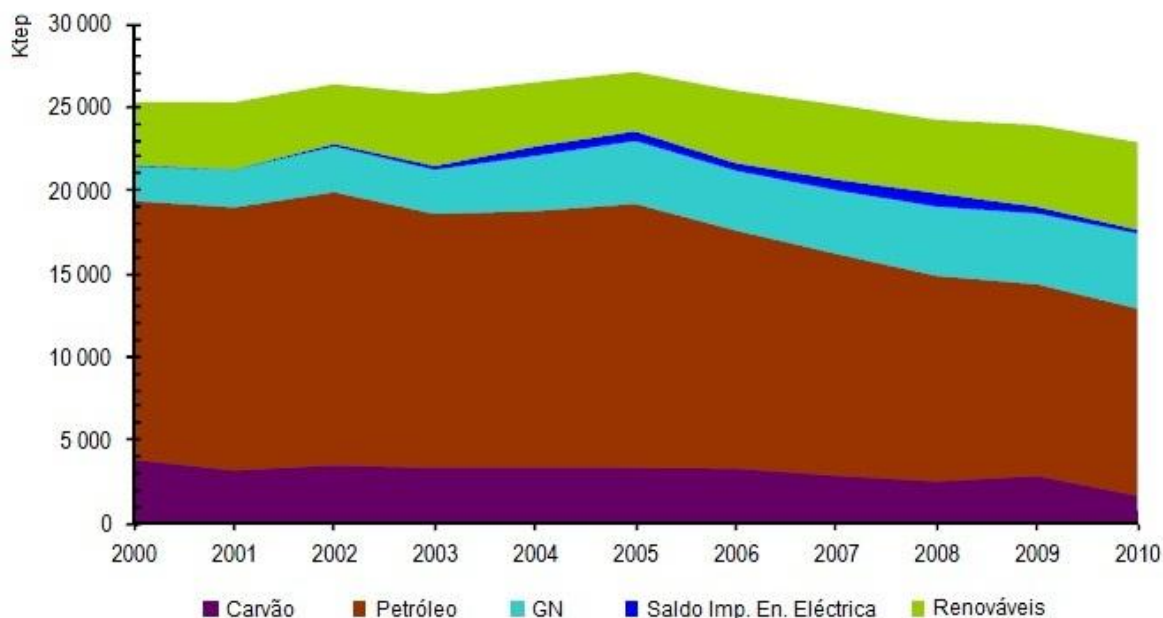


Figura 11 - Consumo de energia primária, entre 2000 e 2010, por fonte energética. [41]

(DGEG, 2012)

No ano de 2010, o consumo de energia primária em Portugal, foi de 22.907 ktep, e o de energia final 17.729 ktep [41]. Conforme mostra a figura 11, o consumo de energia em

Portugal após atingir o seu pico em 2005, tem vindo a diminuir gradualmente. Este facto justifica-se possivelmente pela melhoria da eficiência energética e pela sensibilização por parte da população em poupar energia.

O consumo energético português tem sofrido alterações ao longo dos últimos anos. As fontes primárias de energia, como o petróleo e o carvão têm diminuído o seu peso, em contraponto com o gás natural e as fontes de energias renováveis. Desde a sua introdução em Portugal, em 1997, o gás natural tem sido a fonte energética que mais evoluiu. No ano de 2000 a sua contribuição no fornecimento de energia primária era de cerca de 8,2%, sendo em 2010 à volta dos 19,7%, ainda assim abaixo da média da UE que ronda os 25% [42]. Já as energias renováveis têm vindo a aumentar a sua contribuição, reduzindo assim a dependência de produtos energéticos relativamente ao exterior. Em 2010 proporcionaram 22,8% da energia primária consumida a nível nacional. O petróleo, que no início deste século dominava o sector energético com 61,6%, seguido do carvão com 15,1%, reduziram significativamente a sua participação, pois passados 10 anos os valores alteraram para 49,2% e 7,2% respectivamente.

Analisando a nível de sectores o consumo de energia final tem seguido a mesma tendência ao longo da última década, ainda assim pode-se registar a diminuição do consumo no ano de 2010. Tal como mostra a figura 12, o maior consumidor de energia final é o sector dos transportes, que só no ano de 2010 absorveu 36,7% do consumo total. O sector da indústria apesar da ligeira diminuição ao longo dos anos representa 29,6% e aos sectores doméstico e serviços corresponde: 16,6% e 11,4% respectivamente.

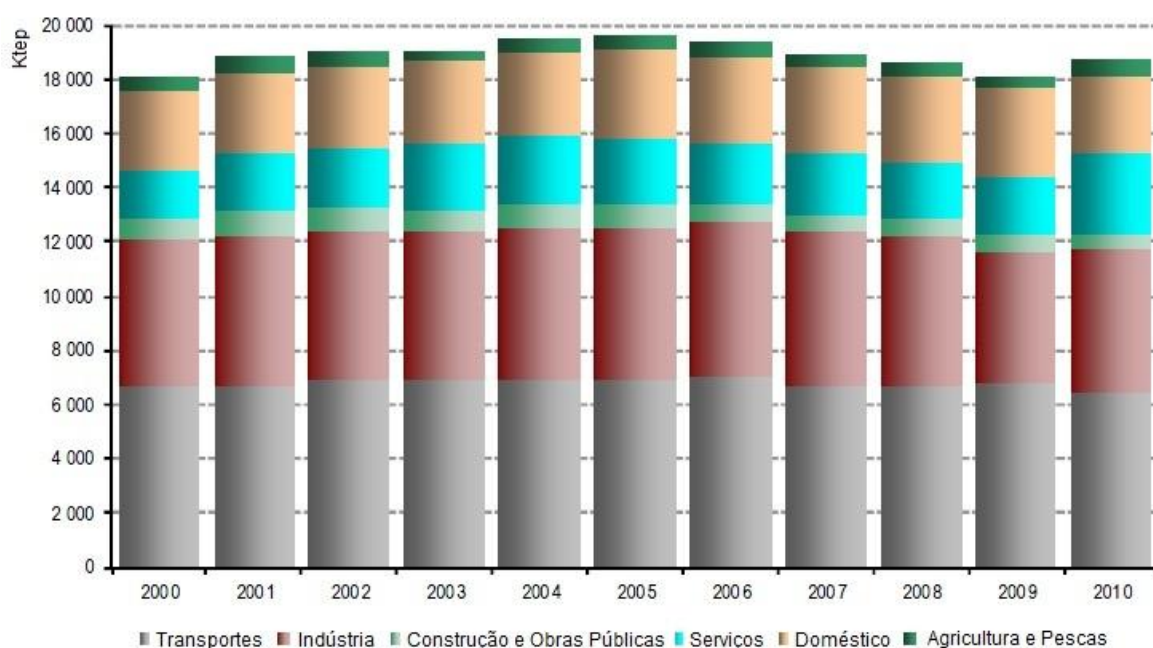


Figura 12 - Evolução do consumo de energia final, entre 2000 e 2010, por sector de actividade. [41]

(DGEG, 2012)

No gráfico da figura 13, encontra-se a evolução do consumo de energia eléctrica para a primeira década do século XXI. Em 2010 o consumo de energia eléctrica recuperou da quebra verificada no ano anterior, crescendo 4,7% para 52203 GWh, o valor anual mais elevado de sempre. Pode-se observar que apesar do aumento do contributo das energias renováveis, mais de metade da electricidade consumida provém da queima de combustíveis fósseis. Outro dado interessante corresponde à oscilação na produção de electricidade através de energias renováveis. Quando a produção é menor as centrais termoeléctricas compensam esse facto. Por exemplo, devido ao ano de 2005 ter sido um ano com pouca pluviosidade, a menor produção de hidroelectricidade influenciou o contributo das energias renováveis. Em termos de sectores de actividade, a indústria, os serviços e o sector doméstico tem consumos idênticos, apesar de os serviços prevalecerem ligeiramente.

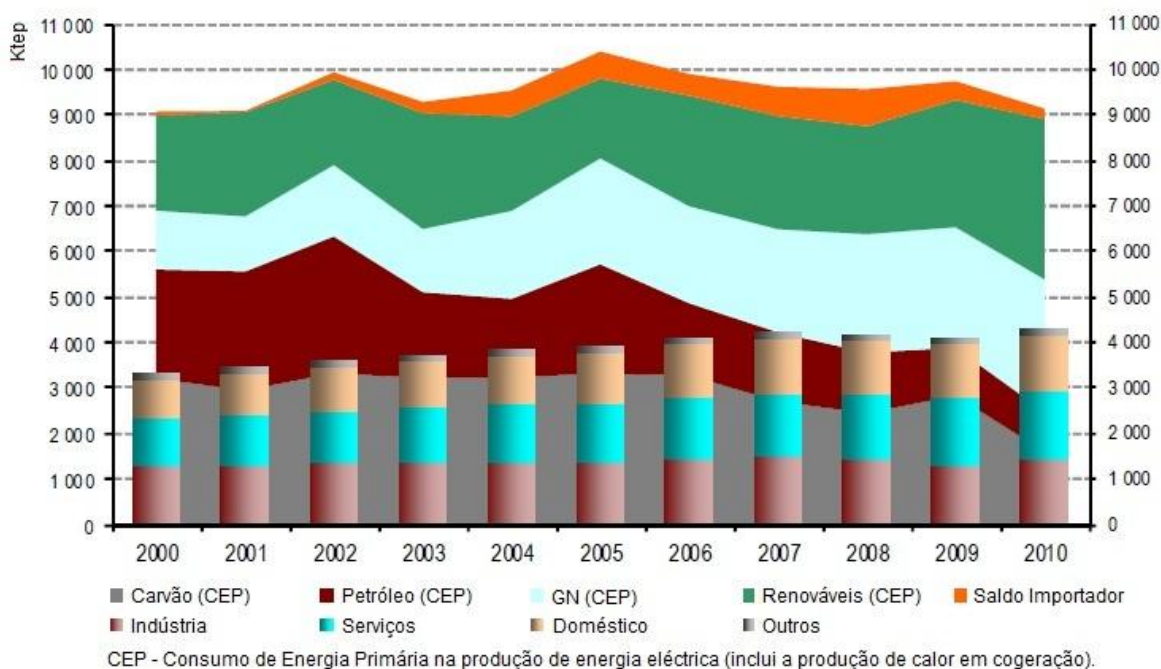


Figura 13 - Consumo de energia eléctrica e consumo da energia primária (CEP) na produção da mesma, entre 2000 e 2010, por fonte energética e sectores de actividade. [41]

(DGEG 2012)

A produção de energia eléctrica é efectuada recorrendo a fontes convencionais e fontes de energia renovável. Segundo a DGEG, a potência instalada com origem não renovável ronda os 10.045 MW, enquanto com origem renovável é 9.705 MW. As maiores responsáveis para a produção de energia com origem não renovável são as centrais termoeléctricas que estão enumeradas na tabela 4.

Em relação à energia hídrica, em 2010 existiam 4917 MW em potência instalada, do qual, 378 MW correspondiam às minihídricas e 4539 a aproveitamentos hidroeléctricos com potências superiores a 10 MW.

No que concerne às restantes fontes renováveis, Portugal apostou na implementação deste tipo de fontes, sendo que entre 2000 e 2010 a potência instalada aumentou mais de 500%, com a eólica a ser a grande responsável por tal aumento, passando de uma potência instalada de 83 MW para 3.912 MW. A biomassa e o solar fotovoltaico tinham 678 MW e 134 MW de potência instalada, respectivamente, e por fim a geotérmica com 30 MW [43].

Tabela 4 - Produtores em Regime Ordinário ligados à Rede Nacional de Transporte - Centrais Térmicas, em Janeiro de 2012. [44]

Centrais ⁵	Localização	Ano entrada em serviço	Potência instalada [MW]	Combustível
Tapada do Outeiro	Gondomar	1998	990	Gás natural
Lares	Figueira da Foz	2009	826	Gás natural
Pego	Abrantes	1993	576	Carvão
Pego C.C	Abrantes	2010	837	Gás natural
Carregado	Alenquer	1968	740	Fuelóleo/ Gás natural
Ribatejo	Alenquer	2003	1176	Gás natural
Setúbal	Setúbal	1979	946	Fuelóleo
Sines	Sines	1985	1180	Carvão
Tunes	Silves	1973	165	Gasóleo
Total			7407	

(Fonte: REN, 2012)

As emissões anuais de CO₂ cresceram de forma contínua até o ano de 2005, data em que atingiu o pico de 62,6 Mt. Desde então o valor das emissões tem vindo a baixar fixando-se nos 53,1 Mt, em 2009 [45].

Origens da energia eléctrica e emissões específicas

A energia eléctrica consumida em Portugal é maioritariamente comercializada e produzida pela EDP. Assim, segundo esta empresa, no ano de 2011 a energia consumida em Portugal teve origem, essencialmente em centrais instaladas no país (95%), utilizando fontes convencionais e fontes renováveis.

A nível de emissões específicas, o principal gás libertado nas centrais termoeléctrica é o CO₂. Os gases poluentes nocivos para a saúde humana, como o SO₂, ou o NO_x são fortemente limitados devido às tecnologias de redução (dessulfuração, desnitrificação e despoejamento) instaladas nas centrais.

⁵ A informação disponibilizada no site da REN referencia as centrais a fuelóleo do Carregado e de Setúbal, no entanto, actualmente, as mesmas encontram-se em processo de descomissionamento.

Apesar de Portugal não ter centrais nucleares, uma parte da energia consumida é proveniente da energia nuclear importada de Espanha, conforme mostra a figura 14.

Na tabela 5 estão expressas as emissões específicas de CO₂ e resíduos radioativos libertados no consumo de energia eléctrica em Portugal.

Tabela 5 - Evolução das emissões específicas, resultantes do consumo de energia em Portugal, entre 2009 e 2012. [45]

Emissões específicas	2009	2010	2011	2012 ⁶
CO ₂ (g/kWh)	354,36	226,74	238,27	250,15
Resíduos radioativos (µg/ kWh)	163,74	111,76	32,04	25,27

(Fonte: EDP, 2012)

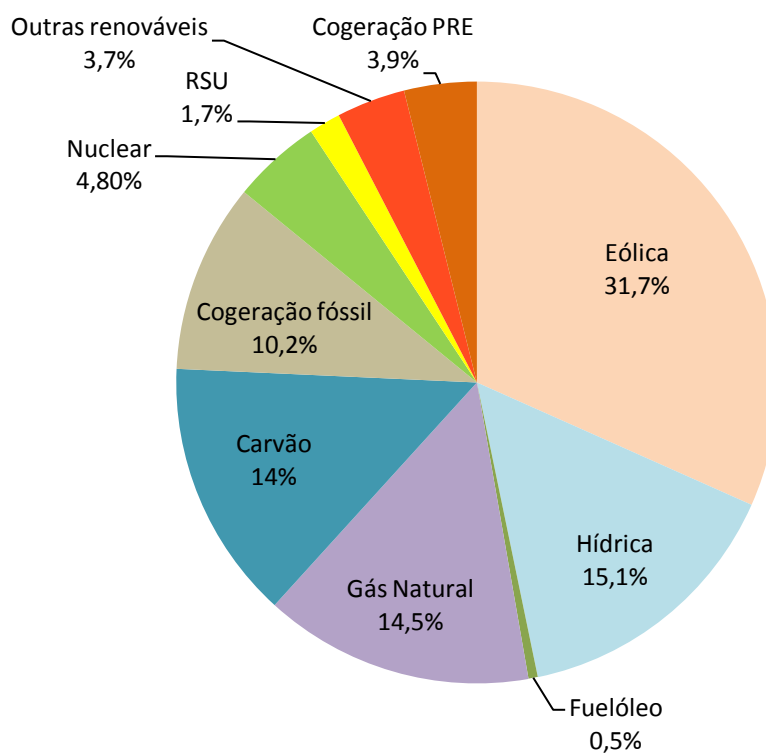


Figura 14 - Repartição da energia comercializada pela EDP em Portugal, por tecnologia, no ano de 2011.

(Fonte: EDP, 2012)

⁶ Valores calculados através da média entre Janeiro e Setembro de 2012.

3.4. Cenário energético futuro

Nesta secção pretende-se apresentar um possível cenário para a evolução do sistema energético global nos próximos 20 anos, desenvolvido com base na informação divulgada pela IEA, nomeadamente através das publicações anuais do *World Energy Outlook (WEO)*. Desde o ano 2008 até 2011, a IEA criou 3 cenários possíveis para as perspectivas mundias de energia, denominados por: Cenário Políticas Actuais, o qual assume que não serão definidas novas políticas além daquelas que foram tomadas até meados de 2011; Cenário Novas Políticas que pressupõe que os recentes compromissos dos governos serão implementados, mesmo que ainda não assentem em medidas sólidas; Cenário 450, que retoma o objectivo internacional de limitar o aumento a longo prazo da temperatura média a 2°C acima dos níveis da época pré-industrial.

O panorama aqui demonstrado foi elaborado tendo em atenção todos os cenários anteriormente citados, no entanto tem maior incidência no Cenário Políticas Actuais, pois considera-se de maior relevância para o estudo, uma vez que demonstra as projecções se não forem implementadas medidas diferentes das que tem vindo a ser tomadas. No entanto as previsões aqui apresentadas não devem ser encaradas como o que irá realmente acontecer, mas sim como um vector base da evolução do mercado energético.

Apesar das incertezas quanto às perspectivas do crescimento económico que foi abalado com a crise nos mercados financeiros no início de 2009, a procura de energia crescerá fortemente, aumentando um terço entre 2010 e 2035. As hipóteses de crescimento da população mundial à volta de 1,7mil milhões de pessoas e o crescimento médio anual da economia mundial, em 3,5%, geram uma procura sempre crescente no domínio dos serviços da energia. A dinâmica dos mercados da energia é cada vez mais determinada por países fora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). Os países não membros da OCDE são responsáveis por 90% do crescimento da população, 70% do aumento da produção económica e 90% do incremento da procura de energia, entre 2010 e 2035 [47].

O preço da energia será, cada vez mais, determinante na procura e na oferta da mesma, afirmando-se como um indicador de relevo na matriz energética. Tal como tem vindo a acontecer, os combustíveis fósseis serão os grandes responsáveis pelo aumento do preço da energia. Por exemplo, para o petróleo bruto importado assumiu-se que o preço médio nos países membros da IEA permanece elevado, aproximando-se dos 120 dólares/ barril (em valores de 2010) no ano de 2035, embora muito provavelmente, na prática, a volatilidade dos preços se mantenha. De um modo geral os preços dos combustíveis de origem fóssil não renováveis têm tendência a subir, tornando-se difícil perspectivar valores assertivos, devido à volatilidade dos preços [47].

As inovações tecnológicas e a taxa de implantação das mesmas têm uma grande importância na produção, distribuição e uso final da energia, influenciando em termos de quantidade total de energia utilizada e distribuição das fontes de energia. Prevê-se que o desenvolvimento de novas tecnologias melhor a eficiência energética sobretudo ao nível do consumo dos equipamentos, embora o seu efeito seja gradual devido à comercialização dos mesmos. Quanto ao fornecimento de energia, antevê-se um aumento da eficiência das centrais térmicas, contribuindo também para a melhoria do ambiente e esperam-se melhores técnicas para exploração de petróleo e gás natural.

Actualmente estão em desenvolvimento ou perto da fase de comercialização, algumas tecnologias como é o caso da captura e armazenamento de carbono (CCS, na sigla inglesa), da segunda geração de biocombustíveis ou da conversão de carvão em combustível líquido. A CCS é uma opção promissora para mitigar as emissões de CO₂ das centrais termoeléctricas e outras instalações industriais, embora ainda exista um número considerável de barreiras tecno económicas para a sua rápida implantação. Até 2009 existiam quatro grandes projectos em operação pelo mundo, cada um envolvendo a separação de cerca de 1 Mt de CO₂ por ano do gás natural produzido. Estão planeados ou em construção mais 20 projectos de demonstração desta tecnologia. No que respeita às outras duas tecnologias, ainda necessitam ambas de mais investigação e desenvolvimento para melhorar o rendimento dos processos e tornarem-se economicamente atractivas [48].

O mundo da energia é confrontado com um quadro de incerteza sem precedente. A crise económica mundial de 2008-2009 mergulhou os mercados mundiais de energia na tormenta e o a ritmo que a economia mundial recuperar será determinante para as perspectivas energéticas dos próximos anos. Contudo, os principais resultados e previsões serão referidos de seguida.

3.4.1. Evolução global

Prevê-se que o consumo mundial de energia primária a nível global aumente em 53% entre 2008 e 2035, sendo metade desse aumento atribuído à China e à Índia.

Na última década, o carvão atendeu a praticamente metade do aumento da procura mundial de energia. Saber se esta tendência mudará e a que velocidade, é uma das questões mais importantes para o futuro da economia da energia e ambiente. Mantendo as tendências actuais, calcula-se que a procura mundial de carvão aumentará em média 2% anualmente atingindo 30% da quota de mercado em 2030. Para outros cenários projectados o consumo global de carvão também aumentará, no entanto terá que estagnar ou mesmo declinar após atingir o seu pico antes de 2030. Independentemente das diferentes hipóteses, que são função das orientações políticas aplicadas, é esperado um aumento no consumo de carvão, sendo que a China representará praticamente metade da procura mundial [47] [48] [49].

O petróleo permanecerá como a fonte de energia dominante no mercado energético, embora a sua quota global diminua. O aumento da procura de petróleo deve-se na totalidade ao sector dos transportes nas economias emergentes, dado que o crescimento económico impulsiona a procura de mobilidade das pessoas e das mercadorias. A procura de petróleo, à exclusão dos biocombustíveis, sobe de 87 milhões de barris por dia (Mb/d) em 2010 para 99 Mb/d em 2035. As novas tecnologias alternativas aplicadas aos veículos que permitem a utilização do petróleo de uma forma mais eficiente, ou os veículos eléctricos, ou mesmo a CCS no caso do carvão, levam tempo a tornarem-se comercialmente viáveis e a penetrar nos mercados, pelo que estes dois combustíveis vão liderar as fontes de energia mundiais ao ritmo do desenvolvimento e comercialização dessas mesmas tecnologias [47].

O panorama é muito menos incerto para o gás natural: vários factores, tanto a nível da oferta como da procura, apontam para um futuro brilhante para o gás natural. Para além das orientações políticas que possam ser tomadas o consumo de gás natural tem tendência a aumentar consideravelmente. A procura de gás natural aumentará quase 2% por ano e a sua quota a nível global rondará os 25% em 2035 [50]. É sem surpresa o combustível fóssil que demonstra maior crescimento absoluto. Parte deste esperado aumento no consumo de gás natural, deve-se às políticas que promovem a diversificação das fontes de combustível que sustentem a expansão considerável da utilização de gás na China, alcançada através do aumento da produção doméstica e dos desenvolvimentos do comércio do gás natural liquefeito nas importações e da rede de transporte da Eurásia. O comércio global duplica, sendo mais de um terço deste aumento destinado à China. A Rússia continuará a ser o maior produtor de gás e o país que mais contribui para o desenvolvimento do aprovisionamento mundial.

Os acontecimentos de *Fukushima Daiichi* suscitaram interrogações sobre o futuro papel da energia nuclear, embora não tenham sido alteradas as políticas de países como a China, a Índia, a Rússia que promovem a expansão desta fonte de energia. Assim, espera-se que em 2035 a energia nuclear assuma 7% da oferta mundial de energia primária, apenas mais 1% que em 2008. Este acréscimo reflecte-se em mais 330GW de potência instalada [47].

A energia hídrica tem sido uma das importantes fontes de produção de electricidade, permanecendo como tal nas próximas décadas. Embora grande parte dos recursos hidroeléctricos dos países desenvolvidos se encontre explorada, existem em curso grandes projectos para o aproveitamento desta fonte de energia, nomeadamente por parte dos *BRICS*. A produção hidroeléctrica crescerá em média 1,8% entre 2007 e 2030, mantendo-se a procura mundial à volta dos 2% [48].

É esperado que a utilização da biomassa e dos resíduos para a produção de energia aumente em média 1,4% por ano, representando quase 10% em 2030. Esta fonte de energia tem evoluído de diferentes forma nos países: os países industrializados utilizam a biomassa

nos biocombustíveis ou para a produção de electricidade ou calor, enquanto que nos países com fracos recursos mantém-se o uso tradicional da biomassa [49].

Os outros tipos de energia renovável que estão referenciados na figura 15 incluem a energia solar, eólica, geotérmica, ondas e marés. Estas energias representam o sector com maior crescimento até 2035, com uma média anual de 2,8%. O seu contributo no consumo mundial de energia será na ordem dos 15%.

Conforme é possível observar na figura 15, os combustíveis fósseis continuarão a ter um peso bastante grande, nomeadamente no sector dos transportes e na produção de energia eléctrica, representado cerca de 80% do total de energia primária.

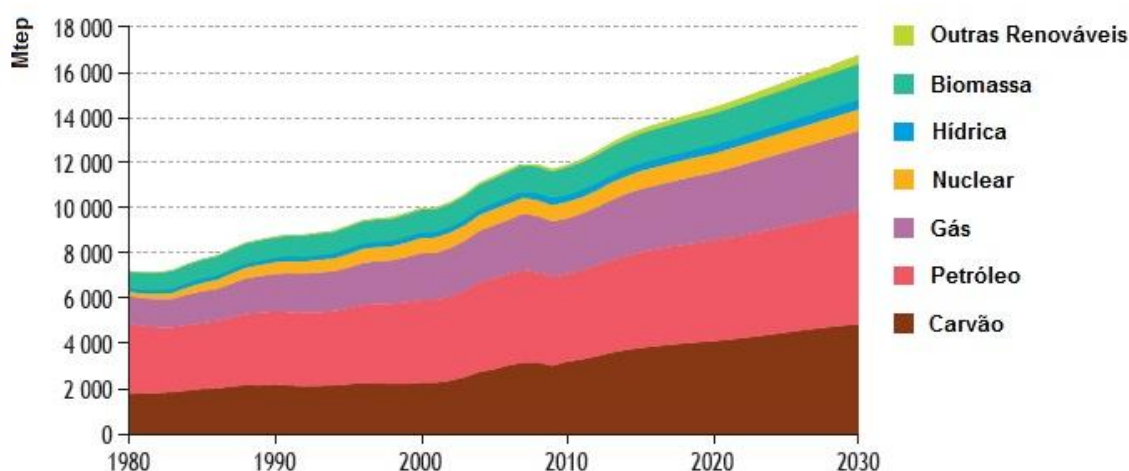


Figura 15 - Consumo de energia primária a nível mundial, por tipo de fonte energética. Dados reais entre 1980 e 2008 e previsão entre 2008 e 2030. [49]

(Adaptado de WEO 2009)

A procura de energia por parte de países não membros da OCDE ultrapassou a dos países da OCDE em 2005, pela primeira vez na história. O ritmo de crescimento fora da OCDE deverá continuar, impulsionado principalmente pelo crescimento acelerado dos *BRICS*, nomeadamente China e Índia.

Perante esta possível evolução, as emissões de CO₂ relacionadas com o uso da energia aumentarão 43% entre 2008 e 2035, atingindo 43,2 Gt em 2035, sendo que 75% desse aumento provém de países não pertencentes à OCDE - Ásia [51] [52]. A figura 16 justifica a anterior afirmação e demonstra a proporção por cada tipo de combustível.

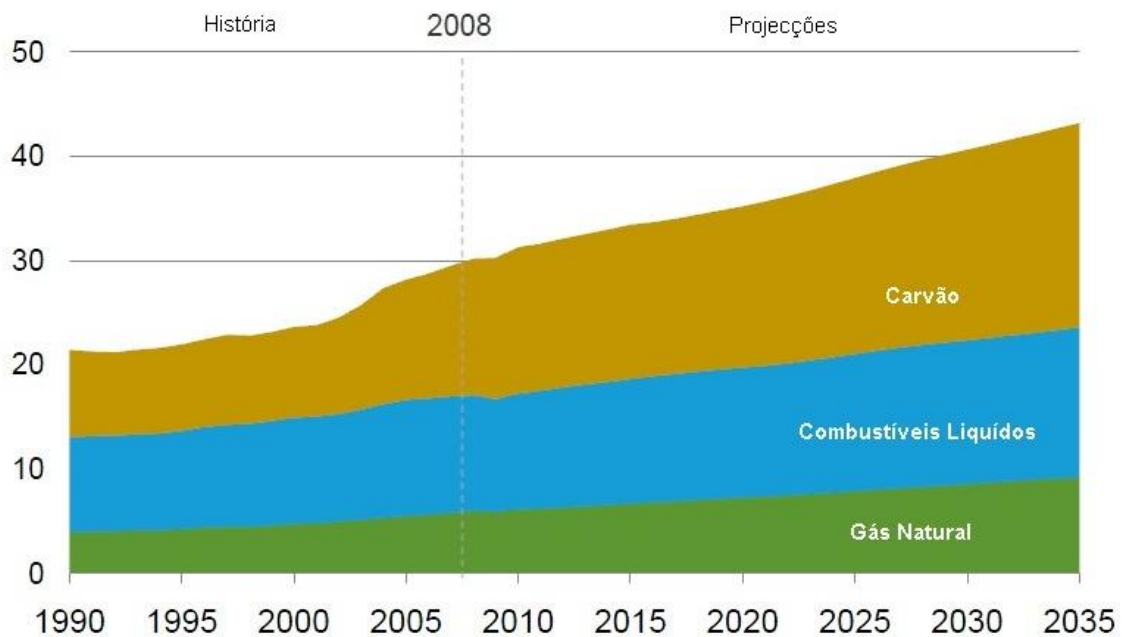


Figura 16 - Emissões de CO₂ acumuladas entre 1990 e 2008 e previsão de 2009 até 2035, por tipo de combustível. [51]

(Adaptado de EIA 2011)

As emissões de CO₂ acumuladas em 2035 excedem em ¼ o total desde 1900, e as emissões *per capita* da China corresponderão à média da OCDE [53].

3.4.2. Produção e Consumo de energia eléctrica

A energia eléctrica continuará a contribuir cada vez mais na crescente procura mundial de energia. O consumo no sector eléctrico irá crescer mais que o consumo de combustíveis líquidos, gás natural ou carvão em todos sectores de utilização final, excepto nos transportes.

É esperado que a procura mundial de energia eléctrica seja de 2,3% por ano entre 2008 e 2035. O consumo de energia eléctrica mundial cresce de 19100 TWh em 2008 para um valor previsto de 25500 TWh em 2020 e de 35200 TWh em 2035 [51].

Os países não membros da OCDE são os maiores responsáveis pelo aumento previsto, o seu consumo de electricidade aumentará para o período em análise em 3,3% por ano, atingindo os 60% do consumo mundial de electricidade em 2035. Por contraste, o crescimento do consumo da electricidade nos países da OCDE é 1,2% [51].

O *mix* mundial de combustíveis primários utilizados para produzir electricidade será o mesmo que tem sido utilizado nas últimas décadas, apesar das grandezas de valores terem-se alterado. Na figura 17 pode-se verificar os consumos previstos até ao ano de 2035.

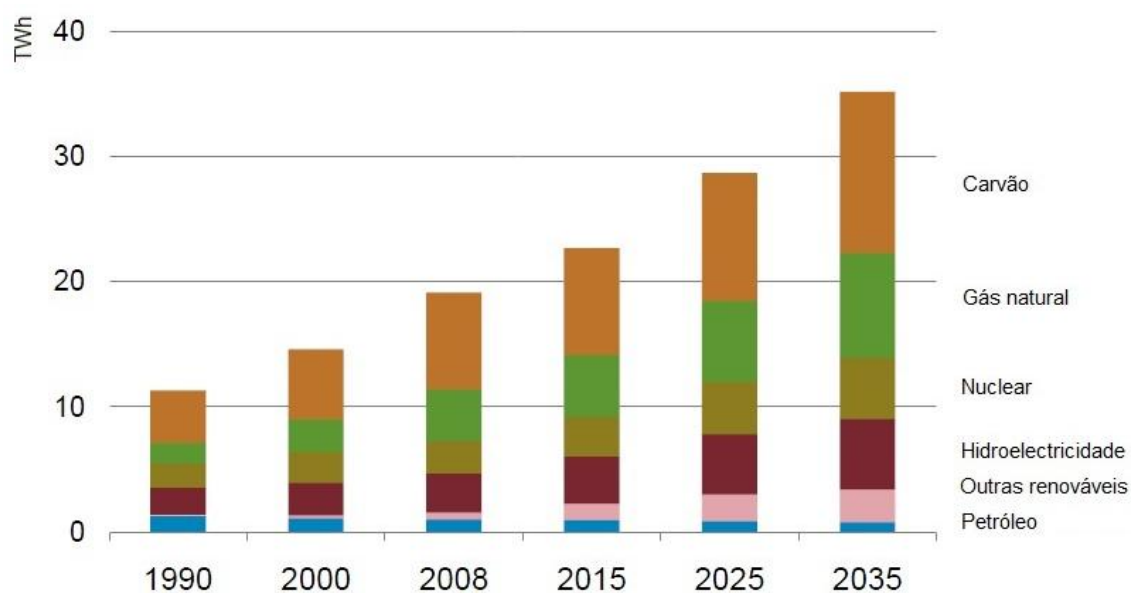


Figura 17 - Consumo de energia eléctrica a nível mundial, por tipo de fonte energética. Dados reais entre 1990 e 2008 e previsão para os anos seguintes. [52]

(Adaptado de EIA 2011)

O carvão permanecerá como o principal combustível para a produção de electricidade em todo mundo, devido essencialmente à sua crescente utilização por parte dos *BRICS*. Em 2008, a produção através de carvão foi responsável por 40% do fornecimento mundial de electricidade, mas em 2035 é esperada uma diminuição para os 37%, caso as energias renováveis, gás natural e energia nuclear correspondam ao previsto. Em termos absolutos é previsto um aumento dos 7.700 TWh relativamente a 2008 para 13.000 TWh em 2035 [51].

Durante o período de projecção, 2008 a 2035, a produção de energia eléctrica através da queima de gás natural aumenta em 2,6% por ano, de 4,2 TWh para 8,4 TWh, respectivamente. O uso de gás natural é cada vez mais uma opção vantajosa pois para além de garantir uma boa flexibilidade operacional nas centrais termoeléctricas, comparativamente com o carvão, é também um combustível com emissões e custos de capital relativamente baixos.

A utilização do petróleo para produção de energia eléctrica tem vindo a diminuir desde 1970, data em que os preços subiram acentuadamente. Por outro lado existe um esforço no sentido de economizar o petróleo, optando por outros combustíveis com igual ou melhor eficiência na produção de electricidade. Em 2035 a sua quota será de 0,8 TWh, menos 2% que em 2008.

A geração de electricidade a partir da energia nuclear aumentará de 2,6 TWh para 4,9 TWh em 2035, no entanto como já referenciado anteriormente, as preocupações com a segurança desta tecnologia podem atrasar a sua evolução e implementação.

As energias renováveis são a fonte de mais rápido crescimento na geração de electricidade. A quota de energias renováveis na produção de energia eléctrica cresce desde 19% em 2008 para 23% em 2035, sendo mais de 82% do aumento na energia hidroeléctrica e eólica.

A energia eólica foi a energia renovável que mais cresceu na última década, passando de 18 GW de capacidade instalada em 2000 para 121 GW no final de 2008, sendo uma tendência que continua para o futuro [48].

Prevê-se também que grande parte da energia eléctrica provenha de centrais eléctricas, embora haja uma crescente tendência para o aumento do uso de fontes descentralizadas: a crescente procura de fontes fiáveis e mais próximas do local de consumo, assim como a existência de políticas governamentais de encorajamento à utilização de fontes combinadas de electricidade e calor, e de fontes de energia renovável, favorecem esta tendência.

Durante o período da projecção, espera-se que os preços da electricidade no consumidor final aumentem, reflectindo uma subida nos preços dos combustíveis e um aumento dos custos de construção de novas centrais eléctricas. Em média, nos países da OCDE, os preços da electricidade serão cerca de 11% mais elevados em 2030, o que pode encorajar o investimento em eficiência energética e em energias renováveis, possibilitando assim a redução do uso de combustíveis fósseis [48].

As emissões de CO₂ relacionadas com a produção de electricidade poderão aumentar 45% até 2035, passando de 11,4 Gt em 2006 para 18 Gt em 2030. Este valor depende essencialmente da emergência de novas potências, mas também do ritmo de implementação de tecnologias que permitem descarbonizar o ambiente.

3.4.3. Energias Renováveis

O uso de fontes de energia renovável, e o conseqüente investimento na sua aplicação para produzir energia eléctrica, calor ou biocombustíveis, têm vindo a aumentar rapidamente nos últimos anos, e espera-se que esta tendência se mantenha nas próximas décadas.

A evolução que já foi referida anteriormente é favorecida por vários factores, nomeadamente a gradual diminuição dos custos à medida que a tecnologia amadurece, o aumento dos preços dos combustíveis fósseis e a existência de políticas de apoio à implementação de fontes de energia renovável. Embora se preveja uma diminuição no valor dos subsídios por unidade de produção, a maior parte das fontes de energia renováveis precisam de ser apoiadas num futuro próximo, para serem competitivas nos mercados energéticos, nomeadamente o da electricidade.

O gráfico seguinte expõe a projecção da diminuição gradual dos custos de investimento de algumas tecnologias renováveis para a produção de energia eléctrica.

Com a crescente utilização destes tipos de fontes de energia, os custos de produção da energia eléctrica devem descer ao longo do tempo devido ao progresso tecnológico e ao aumento das economias de larga escala no fabrico dos equipamentos, resultando assim menores custos de investimento e conseqüente redução dos custos de energia final para o consumidor.

No período até 2015, a maior parte do aumento da produção de energia eléctrica será através da energia hídrica e da energia eólica em terra, por serem tecnologias que se encontram mais desenvolvidas e com custos de investimento menores. De 2015 em diante, ambos continuam a crescer mas serão acompanhados por outras tecnologias que se tornarão mais competitivas, como é o caso do solar fotovoltaico, da biomassa e da eólica no mar. A figura 18 evidencia o ritmo deste crescimento.

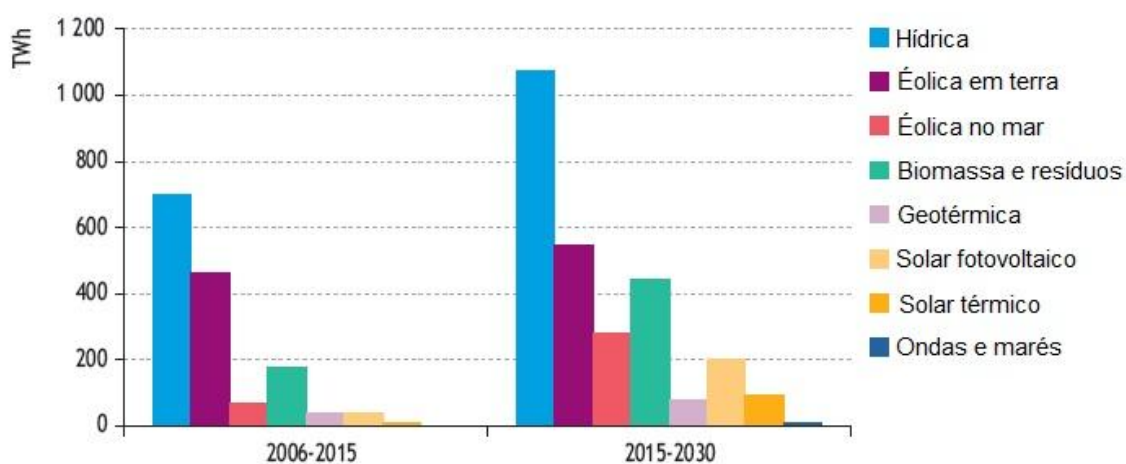


Figura 18 - Produção da energia eléctrica até 2030, a partir de fontes de energia renovável. Dados reais até 2006 e previsão até 2030. [48]

(Adaptado de WEO 2008)

Perante estas previsões, espera-se que o investimento total acumulado em formas modernas de energia renovável ronde os 4 biliões de €, no período de 2007 a 2030. Cerca de 60% deste investimento será efectuado na produção de electricidade, o que corresponderá a uma potência instalada adicional de 1617 GW. Para a produção de calor estão destinados 36%, restando 4% para o fabrico de biocombustíveis.

3.4.4. Utilização de energia nas cidades

As cidades são uma parte dinâmica e vital da cultura global e um dos principais motores de desenvolvimento social, económico e tecnológico. De acordo com as NU, em 2030 as cidades terão 60% da população mundial, o que equivale à população mundial de 1986. A evolução da distribuição geográfica da população urbana a nível mundial está a mudar: enquanto se assistiu durante a primeira metade do século XX à urbanização mais intensa na Europa e América do Norte, actualmente e nas próximas décadas é na Ásia que ocorre a maior expansão das cidades e áreas urbanas.

A escala e o modo como as cidades usam a energia têm um impacto e importância significativos não só na segurança e distribuição da energia, mas também nas emissões globais de gases causadores de efeito de estufa. Alertadas sobre as possíveis alterações climáticas, muitas autoridades locais (especialmente em países desenvolvidos) estão a tomar medidas para reduzir o consumo de energia e as emissões de CO₂, como a implementação de medidas de eficiência energética ou a integração de fontes de energia renovável no ambiente urbano.

Cerca de dois terços da energia primária mundial, uma estimativa de 7908 Mtep em 2006, é consumida nas cidades embora apenas metade da população viva em áreas urbanas. A população residente nas cidades consome mais carvão, gás e electricidade do que a média mundial, mas consome menos petróleo. Assim, em 2006 as cidades representaram mais de 70% das emissões de CO₂ a nível mundial [48].

Tabela 6 - Consumo de energia e de energia eléctrica nas cidades, em quatro zonas geográficas: EUA, UE, China e Austrália e Nova Zelândia. Dados reais para 2006 e previsões para 2015 e 2030. [48]

		2006		2015		2030		Crescimento médio anual
		Mtep	% do mundo	Mtep	% do mundo	Mtep	% do mundo	
Energia	Mundial	7908	67%	9785	69%	12374	73%	1,9%
	EUA	1865	80%	1996	83%	2229	87%	0,7%
	EU	1259	69%	1344	71%	1427	75%	0,5%
	China	1424	75%	2289	79%	3220	83%	3,5%
	Austrália e NZ	109	78%	124	79%	136	80%	0,9%
Electricidade	Mundial	1019	76%	1367	77%	1912	79%	2,7%
	EUA	277	86%	310	89%	376	93%	1,3%
	EU	176	73%	204	75%	245	79%	1,4%
	China	161	80%	314	80%	495	83%	4,8%
	Austrália e NZ	17	80%	20	82%	24	84%	1,4%

(Elaborado através do WEO 2008)

A crescente urbanização vivida nas cidades está a impulsionar o aumento do uso de energia. É estimado que em 2030, a energia consumida nas cidades seja de 73%, o que implica 76% das emissões globais de CO₂. A tabela 6 indica a evolução do consumo de energia e de energia eléctrica nas cidades a nível mundial e em quatro regiões diferentes do mundo [48].

Face ao exposto na tabela 6, é evidente que as áreas urbanas terão uma importância cada vez maior no desenvolvimento dos países e será necessário maiores quantidades de energia. Hoje, grande parte dessa energia tem origem na queima de combustíveis fósseis, o que reforça a hipótese da implementação de energias renováveis, nomeadamente na produção descentralizada de electricidade e aquecimento das habitações.

4. Fontes de Energia Renovável

As energias renováveis correspondem a um grande número de tecnologias que podem disponibilizar serviços de energia, na forma de electricidade, aquecimento e arrefecimento e soluções de transporte sustentável. A promoção e a utilização deste tipo de fontes alternativas não devem concentrar-se apenas numa estrutura centralizada ou descentralizada, ou na tecnologia renovável que se afirmará no futuro. Todas as soluções e todos os tipos de energia renováveis devem ser considerados como interdependentes, de modo a permitir a diversificação do aprovisionamento energético, a mitigação das alterações climáticas e a garantia do desenvolvimento sustentável.

A tabela 7 mostra a relação entre as tecnologias das fontes de energia renováveis e os seus possíveis usos.

Tabela 7 - Tecnologias das fontes de energia renováveis e respectivos usos. [27]

	Energia eléctrica	Aquecimento e arrefecimento	Transporte
Eólica	Em terra (<i>onshore</i>) No mar (<i>offshore</i>)		
Hídrica	Mini-hídrico (< 10MW) Grande hídrico (> 10 MW)		
Solar	Fotovoltaico Solar termoeléctrico de concentração	Solar térmico	
Oceânica	Ondas Marés		
Geotérmica	Convencional Sistemas geotérmicos avançados	Uso directo Bombas de calor geotérmicas	
Bioenergia	Biomassa Biogás	Biomassa Biogás	Bioetanol Biodiesel Biogás

(Castro, 2011)

De seguida serão abordadas, com mais pormenor, as tecnologias renováveis com maior ênfase para o presente estudo.

4.1. Eólica

A energia eólica é encarada como uma das mais promissoras fontes de energia renováveis, caracterizada por uma tecnologia madura, desenvolvida principalmente na Europa e nos EUA. Desde o final dos anos noventa até aos dias de hoje registou-se uma evolução assinalável, conforme se pode observar na figura adiante.

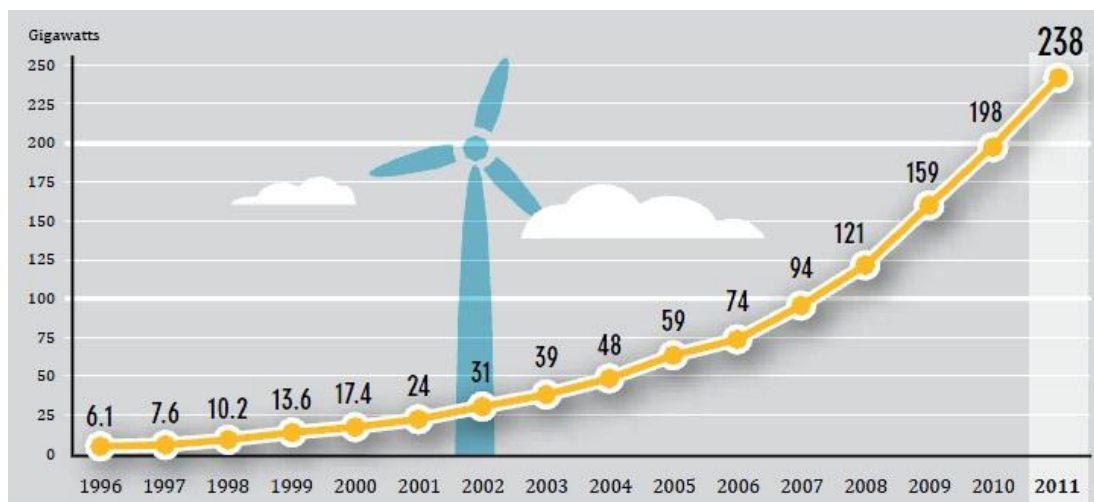


Figura 19 - Evolução da potência eólica instalada no Mundo, entre 1996 e 2011. [54]

(REN21, 2012)

Ao longo de 15 anos foram instalados mais de 230 GW de potência eólica. Em 2009 existiam cerca de 159 GW instalados, dos quais a esmagadora maioria pertencia a países da UE, visto que contabilizavam 75 GW nesse mesmo ano. O crescimento ocorrido nos últimos 2 anos deve-se essencialmente a potências como a China, EUA e Índia como está patente na figura 20. Neste contexto, Portugal merece particular destaque pois figura nos 10 países com mais energia eólica instalada [55].

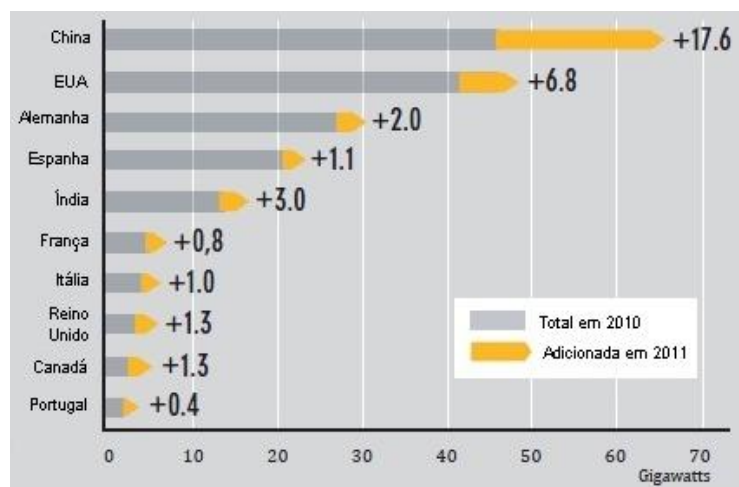


Figura 20 - Os 10 países com mais potência eólica instalada a nível mundial no final de 2011. [54]

(REN21, 2012)

4.1.1 Princípios Gerais

A partir da segunda metade do século XX intensificaram-se os vários programas de investigação com turbinas eólicas, que potenciou o desenvolvimento da indústria da energia eólica. A turbina de 2MW projectada pelo engenheiro Johannes Juul, em 1956/ 57, é considerada por muitos autores o primeiro gerador eólico da era moderna. Esta turbina, para além de outras características inovadoras, permitiu produzir energia em corrente alternada, possibilitando uma grande desempenho no mercado.

A experiência acumulada ao longo dos programas de investigação e a comercialização dos geradores eólicos permitem verificar a dominância das turbinas de eixo horizontal relativamente às de eixo vertical, dos rotores de três pás (cerca de 90%) em relação aos de duas e a colocação do rotor à frente da torre relativamente à sua colocação na parte de trás (em relação ao sentido da velocidade do vento).

Por volta dos anos 90 a capacidade *standard* das turbinas era de 500 kW, sendo que actualmente já se situa na gama de 2 a 5 MW, como comprova a tabela 8.

Tabela 8 - Relação entre o diâmetro e altura típicos do rotor e a potência nominal do gerador eólico. [27]

Potência [kW]	50	100	500	800	2000	5000 (<i>offshore</i>)
Diâmetro do rotor [m]	15	20	40	50	80	125
Altura do rotor [m]	25	45	55	80	105	135
Ano instalação	1980	1985	1990	1995	2000	2007

(Castro, 2011)

“O aumento da potência unitária das turbinas é vantajoso do ponto de vista económico e ambiental. Em geral, para um determinado local, quanto maior for a potência unitária, mais energia é produzida, e melhor aproveitadas são as infra-estruturas eléctricas e de construção civil. Por outro lado, a redução do número de rotores em movimento diminui o impacto visual.”

(Castro, 2011) [27]

Com a tendência para o aumento da potência unitária nas turbinas aliada aos avanços tecnológicos das fundações das turbinas no mar e das condições de vento no local, são esperados avanços significativos na produção de energia eólica no mar. A Dinamarca e o Reino Unido têm liderado a instalação *offshore*.

4.1.2. Custos

“Um dos benefícios mais importantes da energia eólica é a redução significativa das nossas economias face à volatilidade dos preços dos combustíveis fósseis.”

(EWEA, 2009). [56]

A energia eólica, apesar de não ser afectada pelas flutuações nos preços dos combustíveis, apresenta-se como uma tecnologia de elevado investimento inicial, quando comparada com as tecnologias convencionais de combustão fóssil, onde os custos para operação são substanciais.

De acordo com a Associação Europeia de Energia Eólica (EWEA, na sigla Inglesa), a instalação de uma turbina eólica standardizada de 2 MW na Europa custa em média 1,228 Milhões de €/ MW, sendo que 75% desse investimento é efectuado na turbina e nos seus componentes [56].

Tabela 9 - Divisão de custos médios da instalação de uma turbina eólica de 2 MW, na Europa. [56]

	Investimento [Milhões € / MW]	% Total dos custos
Turbina (excepto montagem)	0,928	75,6
Integração na rede	0,109	8,9
Fundações	0,080	6,5
Renda dos terrenos	0,048	3,9
Instalação eléctrica	0,018	1,5
Consultadoria	0,015	1,2
Custos financeiros	0,015	1,2
Acessos com estradas	0,011	0,9
Sistemas de controlo	0,004	0,3
Total	1,228	100

(Adaptado de EWEA, 2009)

No entanto, os custos associados à instalação de aproveitamentos eólicos dependem fundamentalmente dos custos de instalação e do tipo de tecnologia usada, sendo, por isso, variáveis em função das fundações, acessos, transporte, ligação à rede, número de turbinas, altura e diâmetro do rotor, tipo de gerador, sistema de controlo, etc, [27].

Em termos gerais os custos médios da energia eólica rondavam os 1.250 €/kW em terra e os 2400 €/kW no mar, para a Europa no ano de 2008. Segundo as previsões da Comissão Europeia no Mapa das Energias Renováveis de 2007, o custo médio por kW deve baixar cerca de 100 €/kW até 2020 e 150 €/kW até 2030 [56].

Em Portugal, o investimento unitário total poderá variar entre 1.000 €/kW e os 1.500 €/kW, sendo o valor médio reportado de 1.297 €/kW.⁷ Para os encargos de O&M é usado um valor médio entre 1% e 2% do investimento total, tal como acontece a nível europeu. A rentabilidade deste tipo de investimento é assegurada a partir das 2000 horas de funcionamento anual equivalente à potência nominal.

4.2. Solar

A energia irradiada pelo Sol em cada uma hora é a mesma energia que é usada nas actividades humanas durante um ano, cerca de $4,6 \times 10^{20}$ J [57].

A luz solar está presente na origem dos combustíveis químicos, pois permite a fotossíntese, pode ser usada naturalmente na forma de calor, ou através da conversão deste em energia eléctrica, e directamente na produção de energia eléctrica excitando electrões numa célula fotovoltaica.

Em Portugal os valores de irradiação solar variam entre 1.700 kWh/ m², no Norte e 2.000 kWh/ m², no Sul. A produtividade anual está compreendida entre os 1.275 kWh e 1.550 kWh, por cada kW de potência-pico instalado, isto é, utilizações anuais da potência-pico entre 1.275 e 1.550 horas. A Península Ibérica destaca-se, na Europa, como um lugar privilegiado para esta tecnologia.

4.2.1 Solar Fotovoltaico

Os sistemas conversores de energia fotovoltaica convertem directamente a energia solar em energia eléctrica.

Actualmente os sistemas solares fotovoltaicos (FV) são utilizados em várias aplicações, de que se destacam:

- Aplicações de grande potência (unidades ou dezenas de MW), como as centrais de produção descentralizada com ligação à rede;
- Aplicações de média potência (dezenas ou centenas de kW), como a electrificação rural, ou os sistemas domésticos ligados à rede, designadamente em telhados de habitações localizadas em áreas desenvolvidas, urbanas ou rurais (microgeração).
- Aplicações de pequena potência (décimas ou unidade kW), como os sinais rodoviários, telefones de emergência, relógios ou calculadores, etc.

Na UE, as energias renováveis representaram mais de 71% do total de capacidade eléctrica adicionada em 2011, sendo que apenas o FV representou quase metade (46,7%) da nova

⁷ A AIE indica que, para Portugal, 1.061 €/ kW é o custo médio apenas do gerador eólico. Em condições offshore o investimento total deverá ser multiplicado por cerca de 2,5.

capacidade instalada. Esta tecnologia tem evoluído de uma forma muito positiva, tendo sido registado um aumento muito favorável na potência instalada a partir do ano de 2008, como está perceptível na figura 21. A UE é líder neste tipo de tecnologia, em particular a Alemanha, como demonstra a figura 22.

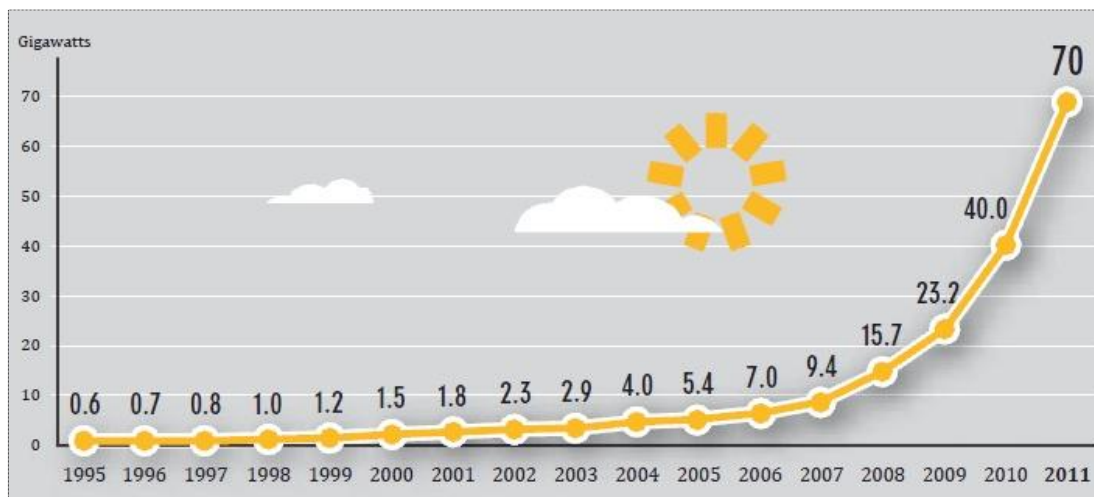


Figura 21 - Evolução da potência instalada com a tecnologia Solar Fotovoltaica (FV), entre 1995 e 2011. [54]

(REN21, 2012)

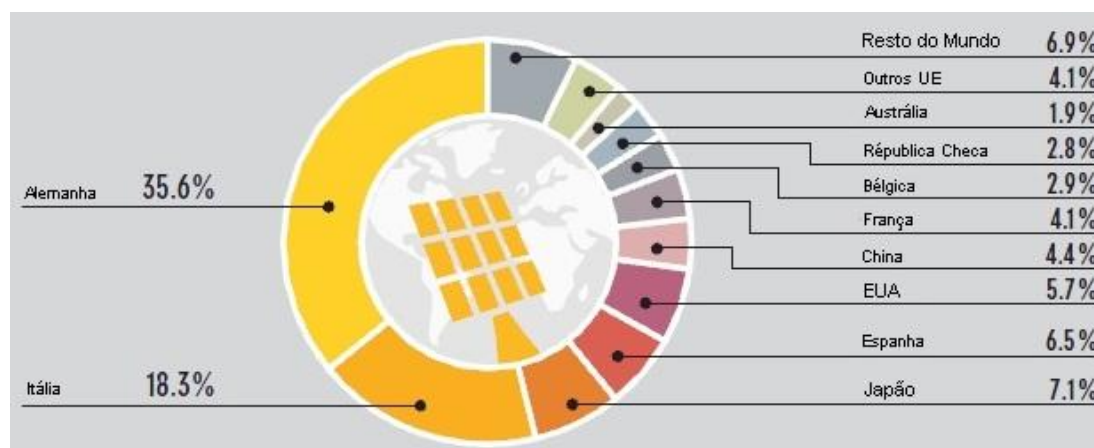


Figura 22 - Os 10 países com mais potência fotovoltaica (FV) instalada a nível mundial no final de 2011. [54]

(REN21, 2012)

Princípios Gerais

Os sistemas de produção FV convertem directamente energia solar em energia eléctrica. A sua constituição, basicamente, consiste em módulos de material semiconductor e um sistema de suporte que inclui a cablagem, o inversor de corrente (que permite converter a corrente contínua, que é produzida, em alternada), obrigatório em sistemas ligados à rede, ou a bateria e o regulador de carga, necessário nos sistemas autónomos.

Actualmente, as tecnologias fotovoltaicas podem-se dividir em três categorias.

As células de 1ª geração, feitas a partir de silício cristalino, englobam as soluções monocristalinas, que representam 35% do mercado, as policristalinas, que correspondem a 49% do mercado e as fitas de silício que têm uma participação residual de 3% no mercado. Assim esta tecnologia FV dominada pelas células de silício cristalino domina cerca de 85% do mercado [27].

As de 2ª geração apareceram há cerca de 30 anos, e correspondem às soluções de filmes finos, onde novos materiais semicondutores são explorados, devido ao elevado custo do silício cristalino. Estas tecnologias de filmes finos têm evoluído muito nos últimos anos, pois para além de potenciarem uma redução de custos, tem também maior maleabilidade e flexibilidade nos processos de fabricação.

A categoria das células de 3ª geração, que engloba vários e novos conceitos de célula solares, ainda se encontra em fase de investigação, mas promete desenvolvimentos assinaláveis a médio prazo.

Custos

Os custos de investimento em sistemas FV são a maior barreira ao desenvolvimento deste mercado, no entanto tem-se observado uma tendência contínua de descida de preços. Esta descida dos preços associada à maior eficiência dos painéis fotovoltaicos tem sido um factor crucial no desenvolvimento da tecnologia. De acordo com o relatório global da REN sobre Energia Renováveis de 2012, os preços dos módulos fotovoltaicos caíram aproximadamente em 50%. No ano de 2011 a geração solar ultrapassou a energia eólica e tornou-se o alvo de preferência dos investidores.

Em Portugal, os custos médios de investimento em sistemas FV são 4,2 €/ W_p (preços de 2008), para os sistemas de maior dimensão com ligação à rede. Se os módulos fotovoltaicos forem equipados com sistemas de seguimento da posição solar, os preços encarecem na ordem dos 5-6 €/ W_p . No caso da microgeração os preços oscilam também entre 5-6 €/ W_p .

Segundo a IEA, em média, 60% do investimento total refere-se aos módulos FV, sendo os outros 40% respeitantes ao custo dos dispositivos de interface e regulação, respectivas ligações eléctrica e os custos de instalação. Já os custos de O&M também podem variar, mas estimam-se que não excedam 1% do investimento total.

4.2.2 Solar termoelectrico de concentraçao

Os sistemas solares termoelectricos de concentraçao são uma tecnologia que tẽm apresentado grande dinamismo, no entanto ainda carecem de vãrias condicionantes que não permitem um mais rãpido desenvolvimento.

A tecnologia termoelectrica de concentraçao converte a energia solar em electricidade por via tẽrmica de alta temperatura, ao contrãrio da tecnologia fotovoltaica que converte directamente a energia solar em energia elẽctrica. Esta nova forma de produçao de energia ẽ utilizada nas centrais solares termoelectricas de concentraçao (CSP, na sigla inglesa).

Actualmente a Espanha e os EUA são os paıses com maiores avanço neste tipo de tecnologia, no entanto jã há projectos de elevada potẽncia a decorrer em outros paıses como por exemplo na China, Argẽlia, Marrocos, Egıpto e Austrãlia.

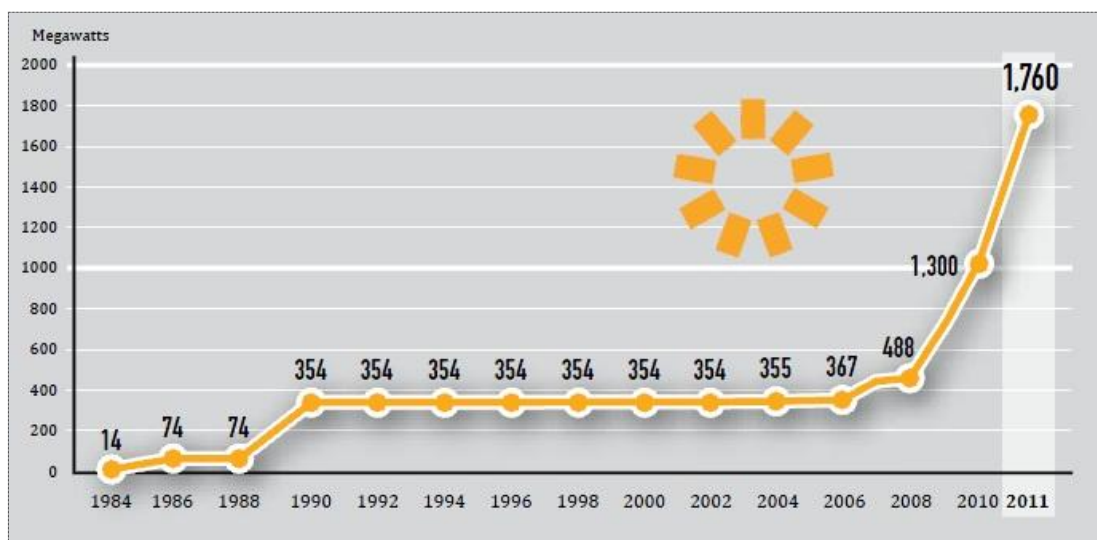


Figura 23 - Evoluçao da potẽncia instalada com a tecnologia Solar Termoelectrica de Concentraçao, entre 1984 e 2011. [54]

(REN21, 2012)

Princıpios Gerais

O princıpio de funcionamento das CSP ẽ genericamente igual ao das centrais termoelectricas convencionais, a grande diferença ẽ a forma como ẽ obtido o vapor que ẽ o fluido de trabalho. Enquanto nas centrais convencionais o vapor ẽ produzido atravẽs do calor libertado na combustao de um combustıvel fõssil, nas CSP a radiaçao solar ẽ focada, com o auxılio de superfıcies espelhadas equipadas com sistemas de seguimento da posıçao solar, sobre um receptor, de modo a obter calor de alta temperatura que permita produzir vapor [27].

De entre os sistemas 3pticos utilizados em aplicaçoes de alta concentraçao, destacam-se: a focagem linear dos quais fazem parte os sistemas de canal parab3lico (lđder de mercado, representando 90% dos sistemas recẽm construđdos [54]) e o de canal de *Fresnel*; e a

focagem pontual (ou focagem central) no qual existem os sistemas de disco/ *Stirling* e de torre solar.

As diversas limitações existente neste tipo de tecnologia, como o baixo rendimento de conversão, o facto de a produção não ser efectiva ao longo das 24 horas diárias e o seu funcionamento necessitar de irradiação solar directa explicam a pouca disseminação no mercado. No entanto o CSP pode ser útil para países com elevado potencial solar, podendo funcionar de um modo integrado com as centrais térmicas convencionais reduzindo assim as emissões poluentes, e beneficiando o ambiente.

Custos

A principal desvantagem deste sistema é o preço, que ainda está longe de ser competitivo com outras tecnologias renováveis e, principalmente, com as convencionais. A eficiência deste sistema, associada às suas limitações, é a maior contrariedade à sua propagação no mercado. O facto de a produção ser preferencialmente diurna pode ser ultrapassada através da instalação de um sistema de armazenamento térmico, que permite armazenar energia térmica durante o dia para ser usada à noite, no entanto esta solução torna o sistema ainda mais caro.

4.2.3 Solar Térmico

O Solar Térmico trata-se de uma tecnologia que tem evoluído no mercado consideravelmente ao longo dos anos. Fruto do desenvolvimento dos painéis solares, este sistema encontra-se num estado suficientemente maduro e fiável. A sua integração no mercado tem sido facilitada devido a este progresso e pelos incentivos dos Estados de modo a favorecer a implementação das energias renováveis.

A solução Solar Térmico, em particular o aquecimento de água com colectores solares, é uma forma de aproveitamento para a qual Portugal dispõe de um recurso energético de grande abundância. Desde 2008, que o RCCTE⁸ tornou obrigatório o recurso a sistemas de colectores solares térmicos para aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS) nos novos edifícios ou em grandes reabilitações, na base de 1m² de colector por ocupante previsto desde que haja exposição solar adequada.

Presentemente a China é o país com mais potência instalada em todo o Mundo, fruto da capacidade instaurada nos últimos anos. A figura 24 evidencia o seu destaque em

⁸ O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que em Portugal impôs requisitos ao projecto de novos edifícios e de grandes remodelações por forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios sem necessidades excessivas de energia quer no Inverno quer no Verão. Reformulado pelo Decreto-Lei nº 80/2006.

comparação com outros países e com o resto do Mundo. Só em 2010 a China instalou 81% da capacidade instalada a nível mundial. Em 2011 foram instalados painéis solares com uma área de 57000000 m² a que corresponderam 29900 MW_{th}, representando um crescimento de 16% entre 2010 e 2011 [58].

Segundo a REN21, no final de 2010, existiam 200 milhões de famílias que usavam o sistema solar térmico para aquecimento de águas.

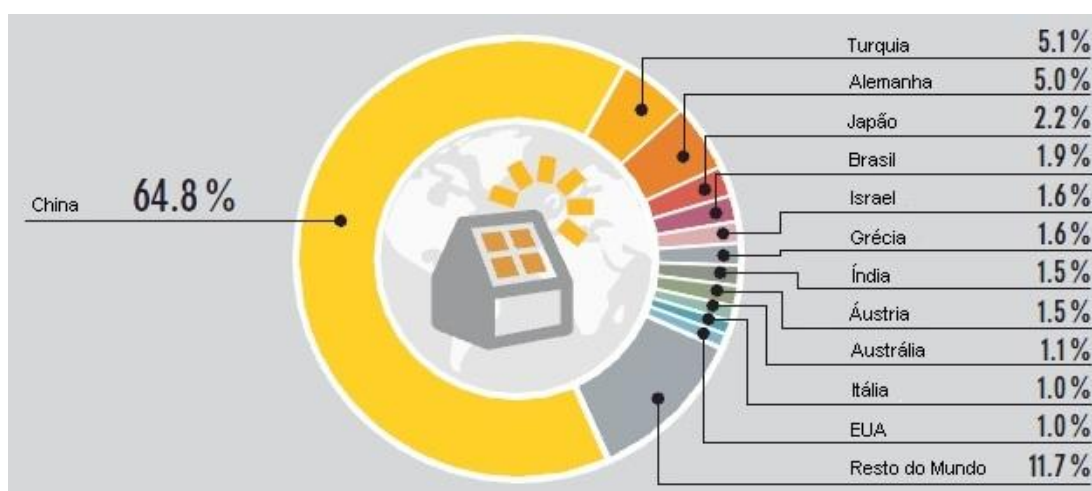


Figura 24 - Os 12 países com mais potência instalada da tecnologia solar térmico para aquecimento, a nível mundial no final de 2010. [54]

(REN21, 2012)

A figura 25, para além de expressar em valores energéticos a capacidade existente do solar térmico para aquecimento, evidencia a utilização dos diversos tipos de colectores.

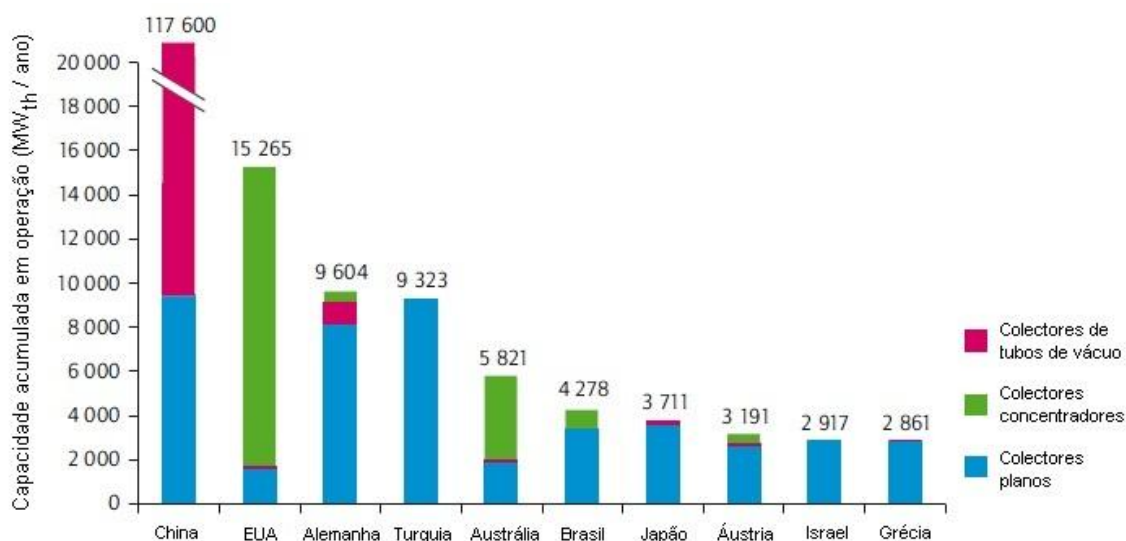


Figura 25 - Capacidade total instalada de painéis solares com a utilização de água em operação nos 10 países líderes de mercado, no final de 2010. [59]

(IEA, 2012)

Princípios Gerais

Através da solução Solar Térmico faz-se o aproveitamento da radiação solar para aquecimento de fluídos (geralmente água) que circulam nos circuitos primários nos sistemas solares térmicos para aplicações de AQS, aquecimento central, aquecimento de piscinas, entre outros.

De uma forma sucinta, os sistemas de aquecimento com energia solar são, basicamente, constituídos por colectores solares, reservatório térmico, um sistema de circulação de água e um sistema auxiliar de aquecimento. O colector solar é o componente essencial do projecto, pois é o responsável pela captação da energia solar e a respectiva conversão em calor utilizável. Existem vários tipos de colectores: os colectores planos, os colectores concentradores, os colectores concentradores parabólicos e os colectores de tubos de vácuo. O reservatório permite acumular a energia térmica contida na água, sendo possível utilizar a mesma em períodos em que não há produção de energia. A ASHRAE⁹ recomenda o uso de reservatórios na vertical pois esta configuração favorece a estratificação térmica. O sistema auxiliar de aquecimento permite que em dias que o colector solar não produza a energia suficiente para aquecer a água, seja possível utilizar uma fonte alternativa de calor, que pode ser eléctrica, a gás ou mesmo através de uma bomba de calor. Por fim a transferência do calor captado pelo colector para a água pode realizar-se através da movimentação da água em duas formas: por circulação natural (termossifão) ou por circulação forçada com uma bomba circuladora. A escolha entre um e outro sistema depende da carga energética e da possibilidade de colocar um acumulador acima do campo de colectores. A aplicação do termossifão é aconselhável somente para pequenas instalações, geralmente moradias.

De realçar que para se proceder à instalação de um sistema solar térmico para AQS é necessário saber as necessidades energéticas de AQS e as condições climáticas do local do projecto, logicamente.

Custos

Como muitas tecnologias renováveis, os custos iniciais deste tipo de tecnologia são uma das desvantagens à sua implementação no mercado, aliadas ao facto de os utilizadores terem uma visão a curto prazo da rentabilidade da mesma.

O investimento na aplicação do solar térmico para AQS recai maioritariamente nos custos do colector solar. Os equipamentos adicionais com o reservatório, a instalação do projecto e a concepção do mesmo também são factores que encarecem o investimento, como era

⁹ *A American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) é a associação que reúne maior consenso entre engenheiros e empresas que trabalham com temas relativos à Climatização: Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado.*

esperado. Relativamente aos custos de O&M, estes são considerados baixos pois, a manutenção do equipamento é mínima.

Para além dos factores enumerados os custos de investimento deste tipo de sistema dependem da complexidade da tecnologia escolhida e das condições geográficas e de mercado do país em operação. A figura 26 ilustra, de uma forma generalizada, os custos de aquecimento deste tipo de sistema em função da tecnologia utilizada e localização.

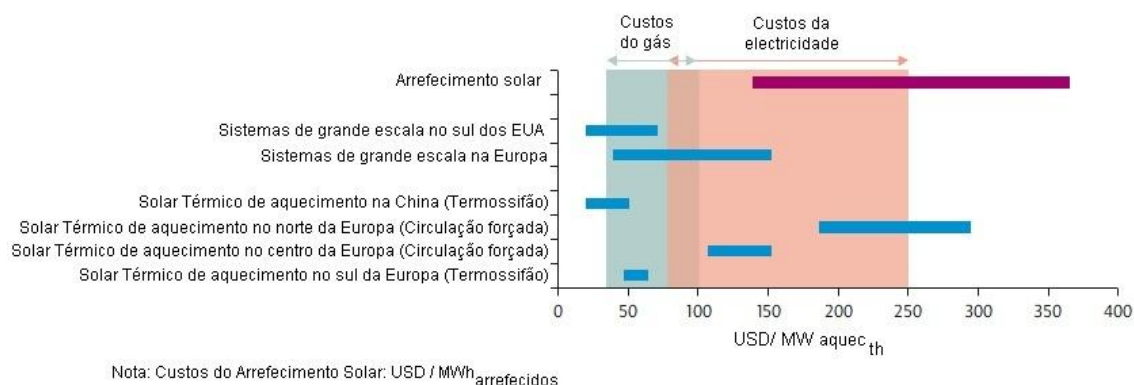


Figura 26 - Custos do Solar Térmico, por diferentes regiões e tecnologias. [59]

(IEA, 2012)

Na última conferência Europeia para a Energia Solar Térmica, que ocorreu em Marselha no final de 2011, realçou-se o facto de os custos serem um dos maiores entraves na difusão deste tipo de energia. Para além dos custos de investimento o facto de não se saber quanto custa a energia que é transformada, não beneficia a escolha dos utilizadores por este tipo de energia. Será necessário expressar-se o custo da energia produzida por um sistema solar térmico em Wh de modo a que seja mais fácil a sua compreensão por parte do público [60].

4.3. Hídrica

A energia hídrica tem a capacidade de aproveitar a energia da água. Basicamente, o aproveitamento hidroeléctrico decorrente desta energia é efectuado pela passagem da água através de uma turbina hidráulica fazendo com que a energia potencial e cinética contida na água se transforme em energia mecânica. Depois através de um gerador eléctrico a energia mecânica é convertida em energia eléctrica e é transportada para os diferentes locais através de linhas de transporte.

A maior parte das centrais hidroeléctricas tem uma potência instalada na ordem das centenas de MW, chegando alguns casos aos milhares. No entanto a construção de grandes centrais hídricas conferem grandes alterações estruturais e modificam os ecossistemas, razão pela qual a grande hidroeléctrica não reúne consenso geral na classificação como uma energia renovável.

Actualmente, e em ano médio, um pouco mais de 30% da energia eléctrica consumida em Portugal tem origem hídrica [61].

4.4. Oceânica

A energia oceânica, muitas vezes denominada por energia das marés e das ondas é um dos tipos de energia que necessita de maiores avanços técnicos e tecnológicos no futuro, de modo a permitirem uma maior utilização.

Das várias tecnologias que existem para aproveitar a energia das ondas, destacam-se o sistema de coluna de água oscilante e o sistema *Pelamis*.

O Reino Unido, Portugal e os Países Escandinavos são os países que têm mostrado maior empenho no desenvolvimento deste tipo de tecnologia. Na Ilha do Pico, nos Açores, está em operação uma central com 400 kW, que é a primeira central no mundo a produzir electricidade a partir da energia das ondas, de uma forma regular. Apesar de se tratar de uma central *onshore*, o futuro deste tipo de produção reside em centrais *offshore*, sendo que para Portugal prevê-se que 20% da electricidade consumida em 2025 possa ser proveniente deste tipo de energia, se houver um aperfeiçoamento destas tecnologias que ainda são prematuras.

Em relação à energia das marés, Portugal regista uma amplitude típica de marés insuficiente para a prática deste tipo de tecnologia, ou seja, a diferença entre a maré cheia e a maré vazia (baixa-mar) não é suficiente para este fim [61].

4.5. Geotérmica

A energia geotérmica provém do calor da Terra, e é um recurso que apenas pode ser aproveitado em locais com actividade vulcânica e em zonas onde seja possível atingir os estratos magmáticos.

O princípio de funcionamento de uma central geotérmica é idêntico ao de uma central termoeléctrica convencional, com a particularidade de o vapor utilizado ser retirado directamente do interior do solo. A utilização através de bombas de calor para aquecimento ou arrefecimento de edifícios é um processo similar ao convencional.

Os EUA é o país que mais utiliza este tipo de energia. Em Portugal continental existem essencialmente aproveitamentos de baixa temperatura ou termais, que podem ser divididos em: aproveitamento de pólos termais existentes (com temperaturas entre os 20°C e os 76°C); e aproveitamento de aquíferos profundos de bacias sedimentares. No primeiro caso pode-se citar as termas de Chaves, e no segundo destaca-se o projecto geotérmico do Hospital da Força Aérea do Lumiar, em Lisboa que funciona desde 1992 e obtém energia através de um furo com cerca de 1500 metros de profundidade, com temperaturas superiores a 50°C. As

explorações mais interessantes na área da geotermia são realizadas nas ilhas dos Açores, onde actualmente estão inventariados 235,5 MW_t [62].

4.6. Bioenergia

A bioenergia designa a energia da biomassa e os biocombustíveis (incluindo o biogás que não é mais que um biocombustível gasoso) que são utilizados nos campos da produção de electricidade, de aquecimento e arrefecimento e no sector dos transportes. Muitas vezes os biocombustíveis estão incluídos na designação de biomassa.

Os resíduos naturais e os resíduos resultantes da actividade humana são designados por biomassa. Assim os subprodutos da pecuária, da agricultura, da floresta, a parte biodegradável dos resíduos sólidos urbanos, ou da exploração da indústria da madeira constituem matérias-primas para a produção combinada de energia eléctrica e calor.

O princípio de aproveitamento da energia da biomassa é idêntico ao dos combustíveis fósseis. No processo de obtenção de energia eléctrica a biomassa é queimada sendo o calor produzido usado directamente em aquecimento, ou na produção de vapor que irá acionar uma turbina para a produção de electricidade.

Apesar de existir uma combustão que produz CO₂ e outros gases, que seriam sempre libertados na decomposição natural da biomassa, esta energia é muito vantajosa pois para além de aproveitar resíduos e aplicá-los na produção de electricidade, reduz a poluição, nomeadamente de solos, cursos e reservas de água, e queima o CH₄ impedindo o seu lançamento na atmosfera, onde é fortemente nocivo em termos de GEE.

Em Portugal existem cerca de uma dezena de centrais de biomassa para produção de energia eléctrica.

4.8. Utilização Racional de Energia

A utilização racional de energia (URE) é uma designação que engloba um conjunto de acções com o intuito de melhorar a utilização da energia. Em termos gerais a URE pode-se resumir aos seguintes objectivos:

- Promover o desenvolvimento da produção de energia recorrendo a tecnologias com maior eficiência energética aproveitando os recursos endógenos, limpos e renováveis;
- Minimizar os impactes ambientais decorrentes da produção e consumo de energia, principalmente as emissões poluentes como os GEE;
- Reduzir a intensidade energética da economia e conseqüente redução da dependência energética;
- Incentivar uma utilização cada vez mais racional da energia;

Através o uso de tecnologias de eficiência energética pretende-se garantir o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto, reduzindo os consumos energéticos face às soluções convencionais. Para além da redução dos consumos de energia que se reflectem na redução da factura energética, a URE possibilita uma elevada economia nos custos do ciclo de vida dos equipamentos utilizadores de energia (custo inicial mais custo de funcionamento ao longo da vida útil). Embora geralmente sejam mais dispendiosos, em termos de custo inicial, os equipamentos mais eficientes consomem menos energia, conduzindo a custos de funcionamento mais reduzidos e apresentando outras vantagens adicionais.

As tecnologias de eficiência energética oferecem frequentemente outros benefícios não energéticos que não são oferecidos pelas alternativas do lado da oferta. Estes benefícios não energéticos são tão importantes quanto as vantagens energéticas e são muitas vezes a razão pela qual os consumidores optam pela utilização de tecnologias mais eficientes. Como exemplos de benefícios não energéticos pode-se indicar: a redução do ruído, o aumento do conforto e da segurança, a melhoria do controlo dos processos, a poupança de água, a redução de resíduos e o aumento do emprego associado ao fabrico, instalação, funcionamento e manutenção de equipamentos eficientes.

Apesar de diversos estudos demonstrarem que a URE tem custos inferiores à expansão da oferta da energia, mesmo sem contabilizar a mitigação dos impactes ambientais e outras externalidades, existe um conjunto de barreiras que dificultam a penetração das tecnologias mais eficientes. Entre essas barreiras podem salientar-se as seguintes: desconhecimento, por parte dos consumidores, das tecnologias mais eficientes e dos seus potenciais benefícios, aversão ao risco associado à introdução de novas tecnologias, o facto das tecnologias mais eficientes serem normalmente mais dispendiosas em termos de investimento inicial e o retorno de investimento ser relativamente longo (superior nalguns casos a 2-3 anos), a escassez de capital e limitações no acesso a crédito e a ausência de incentivos para os agentes envolvidos na selecção dos equipamentos e na gestão das instalações.

De modo a ultrapassar estes constrangimentos têm sido implementadas acções de grande envergadura para a promoção da URE nomeadamente na UE, EUA e Japão. Estas acções estão progressivamente a penetrar no mercado, com grande destaque no sector eléctrico, no entanto não têm maior reflexo devido à crise actualmente vivida.

Algumas das medidas de URE são amplamente conhecidas por serem do senso comum, por exemplo, apagar a luz numa divisão de uma casa que não esteja ocupada, ou ter o cuidado de fechar a torneira da água quando a mesma já não é necessária e voltar a abri-la apenas quando for necessário, evitando deixar a água a correr nesse intervalo.

As medidas de URE, pelo seu carácter pessoal e colectivo e devido à abrangência do tema, são um assunto de grande dimensão. Actualmente existe diversa literatura que disponibiliza

informação sobre como reduzir os consumos energéticos ou como se pode melhorar a eficiência energética.

4.9. Custos da energia eléctrica através de diferentes tecnologias de produção

A tabela 10 tem como objectivo manifestar o custo da energia por MWh, consoante o tipo de tecnologia utilizada. Devido ao facto de não haver um valor consensual para os custos de cada tipo de energia, utilizou-se o documento *Cost and Performance Assumptions for Modeling Electricity Generation Technologies*, publicado pela *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), que apresenta informação sobre o custo da energia, segundo seis identidades diferentes. Na tabela apresentada, na página seguinte, estão expostos os custos da energia sem qualquer tipo de impostos, incentivos fiscais, ou apoios de financiamento, publicados por três identidades credíveis nos mercados da energia. Os valores demonstrados tanto para 2015 como para 2030 foram divulgados pela EIA no documento AEO 2009, pela NREL e o seu centro de Análise Estratégica da Política Energética (NREL-SEAC¹⁰) em 2008 e pela *United States Environment Protection Agency* (EPA) em 2009.

Os custos apresentados, na figura seguinte, estão expressos para o valor do dólar americano em 2007, sendo que actualmente um dólar americano corresponde a 0.77 euros (1€ ≈ 1,30\$).

Os custos da energia estão divididos por custos de investimento, de O&M e combustível, no entanto é importante realçar que os custos de fim de vida das instalações são muito mais elevados nas fontes convencionais que nas instalações de energias renováveis

¹⁰ NREAL-SEAC - NREL and the Strategic Energy Analysis Center.

Tabela 10 - Custos da energia em dólares por MWh, para diferentes tecnologias que produzem energia eléctrica. [63]

		Custos (\$ 2007 / MWh)											
Tecnologia	Ano	Investimento			O&M			Combustível			Total		
		AEO 2009	NREL-SEAC 2008	EPA 2009	AEO 2009	NREL-SEAC 2008	EPA 2009	AEO 2009	NREL-SEAC 2008	EPA 2009	AEO 2009	NREL-SEAC 2008	EPA 2009
Carvão	2015	22,74	24,57	22,74	8,05	6,54	8,05	18,69	18,70	18,91	49,48	49,81	49,7
	2030	17,12	24,57	19,07	8,05	6,54	8,05	19,90	20,49	20,95	45,07	51,6	48,07
IGCC ¹¹	2015	27,80	34,83	27,80	7,88	9,38	7,88	17,39	18,50	18,01	53,07	62,71	53,69
	2030	20,03	34,83	22,71	7,88	9,38	7,88	16,96	19,54	19,96	44,87	63,75	50,55
Turbinas a Combustão	2015	6,91	9,43	6,91	4,35	3,78	4,36	49,98	49,20	51,35	61,24	62,41	62,62
	2030	4,80	9,43	5,55	4,35	3,78	4,36	52,47	54,62	57,01	61,62	67,83	66,92
Ciclo combinado	2015	11,18	9,43	11,19	3,43	5,00	3,44	36,66	37,97	37,32	51,27	52,4	51,95
	2030	8,03	9,43	9,15	3,43	5,00	3,44	38,87	42,16	41,44	50,33	56,59	54,03
Nuclear	2015	42,38	40,62	n/d	11,56	12,02	n/d	9,95	9,92	n/d	63,89	62,56	n/d
	2030	28,71	37,72	38,24	11,56	12,02	11,66	12,94	12,90	12,94	53,21	62,64	62,84
Biomassa	2015	40,08	31,33	40,47	15,12	19,73	15,09	17,58	29,35	19,52	72,78	80,41	75,08
	2030	26,53	31,33	35,57	15,12	19,73	15,09	16,66	31,11	20,69	58,31	82,17	71,35
Geotérmica	2015	61,17	43,04	130,43	20,27	22,86	23,48	0	0	0	81,44	65,9	153,91
	2030	43,09	43,04	130,43	20,27	22,86	23,48	0	0	0	63,36	65,9	153,91
Eólica (onshore)	2015	57,74	43,00	55,19	8,48	8,08	8,72	0	0	0	66,22	51,08	63,91
	2030	45,07	38,01	55,19	8,48	7,31	8,72	0	0	0	53,55	45,32	63,91
Eólica (offshore)	2015	111,52	57,00	n/d	24,79	19,95	n/d	0	0	n/d	136,31	76,95	n/d
	2030	79,37	51,78	n/d	24,79	14,74	n/d	0	0	n/d	104,16	66,52	n/d
Solar térmico	2015	153,25	138,13	130,28	20,30	17,03	17,73	0	0	0	173,55	155,16	148,01
	2030	94,77	138,13	130,28	20,30	17,03	17,73	0	0	0	115,07	155,16	148,01
Solar fotovoltaico	2015	290,48	140,35	254,84	6,47	5,70	5,94	0	0	0	296,95	146,05	260,78
	2030	182,2	83,61	254,84	6,47	3,43	5,94	0	0	0	188,59	87,04	260,78

(Adaptado de NREL, 2010)

¹¹ IGCC - Central Ciclo combinado com Gasificação Integrada.

5. Estudo de Caso

5.1. Introdução

Actualmente, o concelho de Sines ocupa um papel fulcral na economia nacional, destaca-se também na Península Ibérica, e é encarado com uma das portas marítimas da Europa.

A vocação estabelecida para Sines em 1970, por decisão do Governo Central, definiu-se pela construção de um grande porto comercial de águas profundas para servir o país, proporcionando um grande espaço de concentração industrial e uma interface de transportes terrestres e marítimos, tornando Portugal mais autónomo em sectores fundamentais como o da energia e da transformação de matérias-primas.

Tendo em consideração as características do concelho, nomeadamente o seu porto de águas profundas que tem uma das maiores capacidades da Europa, os ventos predominantes de Norte para Sul, e a sua relativa proximidade com Lisboa, a capital do país, tem início a construção do complexo industrial de Sines.

Este grande projecto foi interrompido e alterado por factores externos a Sines, primeiro pela grande crise económica internacional com a subida do petróleo em 1973, depois com a alteração do regime político em Portugal (que dificultou o acesso às matérias-primas que vinham dos antigos território portugueses em África). Ainda assim, devido ao investimento já realizado manteve-se a construção do complexo que mudou radicalmente a economia e a paisagem do concelho, que até então vivia apenas da pesca, da indústria da cortiça, alguma agricultura e um pouco de turismo, não sendo muito diferente do resto do Alentejo.

Passados quarenta anos, assistiu-se a uma radical mudança na fisionomia do concelho. Hoje em dia, Sines é uma área de produção de energia fruto da central termoeléctrica a carvão da EDP e da refinaria de Sines, explorada pela Galpenergia e pelo complexo petroquímico da REPSOL. Com a instalação destes três grandes polos industriais implementaram-se outras indústrias complementares, aumentaram as indústrias e serviços, como metalomecânicas e afins. Para além destas infraestruturas existe um porto marítimo que comporta um terminal petroquímico, um terminal de GN, um dos maiores terminais de contentores da Europa, e mais dois terminais sendo um para granéis líquidos e outro para granéis sólidos.

Sociologicamente, a população de Sines aumentou e diversificou-se consideravelmente, devido ao desenvolvimento industrial. Os anos de maior crescimento ocorreram durante a descolonização, que coincidiu com o período inicial de maior evolução do complexo industrial. Apesar da construção de Vila Nova de Santo André, que pertence ao concelho contíguo e que foi criada com o propósito de receber a população vinda das ex-colónias e albergar novas populações decorrentes do desenvolvimento industrial, a vila de Sines, elevada a cidade em 1997, aumentou os seus habitantes e viveu um fenómeno de população flutuante durante a

fase de construção. Após a industrialização ter abrandado deu-se um equilíbrio que foi conseguido à custa de uma adaptação após a redução da população flutuante.

Para a realização do Estudo de Caso, foi recolhida uma quantidade apreciável de informação relatada nos pontos seguintes deste Capítulo. Uma das fontes de informação foi o Instituto Nacional de Estatística (INE), onde existe uma elevada quantidade de dados importantes para a prossecução desta tese. Embora esta informação esteja disponível electronicamente através do seu “*site*” houve que fazer uma recolha selectiva e exaustiva e respectivo tratamento de dados (ver Anexo 2). Pelo facto de alguma nomenclatura usada pelo INE, não ser facilmente descritível, houve necessidade de contacto directo com os colaboradores que aí trabalham. Foi também recolhida muita informação na Câmara Municipal de Sines, que se prontificou desde o início a fornecer os dados solicitados e que nalguns casos teve de ser também tratada, de forma conveniente a poder ser inserida no Estudo de Caso (ver Anexo 3). Foram também recolhidos dados directamente de uma amostra da população que se prontificou a fornecer essa informação pelo facto do mestrando ser residente e natural da cidade. A recolha individualizada não teve qualquer intenção de ser representativa de uma amostra estatística objectiva, mas tão somente validar alguma informação de consumos energéticos da população e de compreender alguns hábitos específicos que pudessem dar alguma orientação nas soluções escolhidas na conclusão do presente estudo (ver Anexo 4).

Outro aspecto não menos importante e que convém salientar, é o facto de os consumos energéticos abrangerem apenas parte da indústria instalada (grande parte PME, alguma indústria pesada, serviços e comércio), pois as Grandes Empresas são autónomas deste ponto de vista ou são alimentadas directamente por alta tensão da Rede de Energia Nacional.

5.2. Dados geográficos e demográficos

O concelho de Sines situa-se no Alentejo Litoral e faz parte do distrito de Setúbal. Com uma extensa frente litoral, com cerca de 53km, faz fronteira com o concelho de Santiago do Cacém que quase o “envolve” a norte e nascente e com o concelho de Odemira a sul.

Do Alentejo Litoral, Sines é o concelho que tem menores dimensões com 203 km². Constituído apenas por duas freguesias, Sines e Porto Covo, este é o concelho que apresenta maior densidade populacional em todo o Alentejo, com 67,4 hab/ km². Para além das duas freguesias a que correspondem as áreas urbanas há que salientar a existência de vários aglomerados rurais existentes no concelho. No anexo 5, pode-se observar a localização dos vários aglomerados populacionais e outras áreas de relevância.

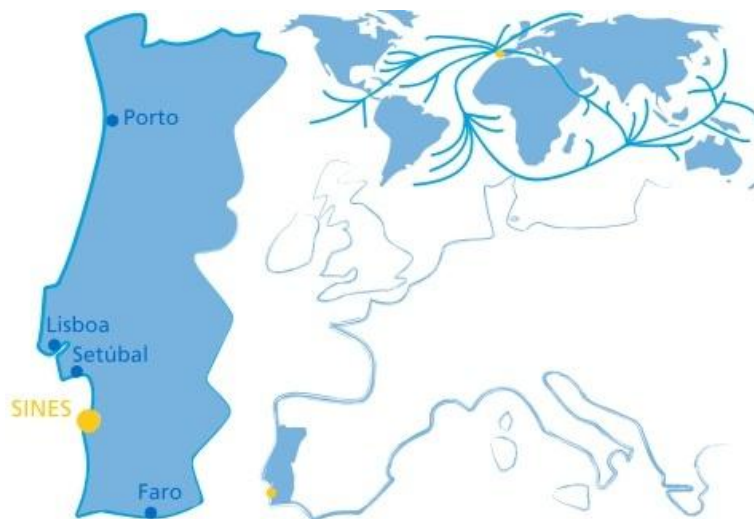


Figura 27 - Localização geográfica do concelho de Sines

A nível da população no concelho de Sines, estima-se que existam 14.238 habitantes, sendo que mais de 90% reside na freguesia de Sines.

Tabela 11 - População, Área e Densidade Populacional. [64]

Freguesia	População	Área (Km ²)	Densidade Populacional (hab/ km ²)
Concelho de Sines	14.238	203,3	67,4
Sines	13.200	154,57	87,9
Porto Covo	1.038	48,73	21,3

(Fonte: INE, 2012)

5.3. Características climatológicas

As características climatológicas do concelho de Sines são de natureza mediterrânica, embora atenuadas pela influência marítima, dada a sua posição geográfica costeira.

O clima apesar de alguns dias de calor e frio intensos, regista as amplitudes térmicas mais baixas de Portugal, o que lhe confere um carácter bastante suave e agradável. A temperatura média anual é de 15,8°C e precipitação média anual é cerca de 500 mm, e concentra-se nos meses de Inverno [65].

A influência Atlântica é responsável pela presença de neblinas e nevoeiros com alguma regularidade, e por ventos húmidos, predominantemente de norte e noroeste, que transportam massas de ar marítimo carregadas de humidade, da qual resulta uma humidade relativa média do ar de 80% ao longo de todo o ano. A velocidade média do vento ronda os 16km/ h como comprova a tabela seguinte.

Tabela 12 - Quadro resumo da frequência (F) e da velocidade média (V_m) para cada rumo do vento, na estação meteorológica de Sines, entre 1971 e 1990. [66]

	N		NE		E		SE		S		SO		O		NO		V _m
	F	V _m	F	V _m	F	V _m	F	V _m	F	V _m	F	V _m	F	V _m	F	V _m	Km/h
Jan	22,1	20,2	11,5	14,9	8,4	12,0	14,2	12,7	12,4	17,6	9,2	22,6	6,4	18,7	11,2	23,2	16,6
Fev	26,7	21,0	7,7	13,5	6,8	12,9	8,7	15,5	14,9	18,8	9,0	22,4	8,6	21,9	15,1	22,7	18,6
Mar	23,6	20,7	6,5	14,2	4,9	12,9	9,2	13,2	11,3	15,5	9,1	18,0	8,7	17,1	24,0	21,5	18,0
Abr	25,5	18,6	4,8	15,3	4,0	14,7	5,3	14,1	9,4	16,9	8,2	18,9	12,2	14,8	29,1	19,9	17,8
Mai	26,6	17,3	3,2	15,0	1,3	15,6	0,6	7,3	7,6	17,9	10,0	16,1	9,8	14,6	39,7	20,6	18,3
Jun	25,1	14,8	1,6	9,1	0,3	11,3	1,6	11,8	10,2	11,7	10,2	13,3	9,8	11,2	40,0	18,9	15,7
Jul	26,9	14,4	1,8	14,0	0,6	12,9	1,0	8,9	7,3	9,9	7,1	10,9	6,7	10,0	46,5	18,6	15,1
Ago	28,9	13,6	3,5	9,8	0,7	8,8	0,8	11,8	8,2	10,7	6,0	9,7	5,4	9,0	43,1	17,9	14,8
Set	29,7	12,6	5,4	10,9	0,9	5,9	3,7	11,7	14,1	12,0	9,1	11,5	5,7	9,2	27,3	14,7	12,6
Out	29,8	15,8	7,6	11,1	2,7	10,7	7,0	11,0	16,7	14,9	5,4	15,8	7,0	13,8	19,3	18,2	14,6
Nov	27,2	17,3	9,9	12,5	6,8	11,3	13,3	11,6	14,2	16,8	6,7	17,8	5,2	21,9	11,9	18,1	15,9
Dez	21,7	18,6	11,9	13,4	7,9	12,4	14,3	13,0	13,2	19,8	9,5	23,6	9,2	23,0	8,9	21,7	17,3
Ano	26,1	16,9	6,3	13,1	3,8	12,3	6,7	12,7	11,6	15,5	8,3	17,1	7,9	15,6	26,3	19,2	16,3

(Fonte: Miranda, Paulo, 2007)

A insolação refere-se ao número de horas de sol descoberto, ou seja, traduz as condições de luminosidade, que podem ser expressas em horas ou em percentagem.

No que diz respeito à insolação média, o valor anual é de 2547 horas, correspondendo a uma percentagem de 57%. Conforme mostra a tabela 13.

Tabela 13 - Insolação registada pela estação meteorológica de Sines entre 1971 e 1985. [67]

Meses	Horas	%
Janeiro	143,7	48
Fevereiro	140,2	47
Março	192,9	53
Abril	211,6	54
Maio	265,7	61
Junho	271,7	62
Julho	305,7	68
Agosto	306,1	72
Setembro	225,8	61
Outubro	197,9	58
Novembro	159,5	53
Dezembro	126,4	43
Média Anual	212,3	57

(Fonte: INMG, 1991)

A insolação é maior nos meses de Verão, verificando-se em Agosto o maior valor de insolação média mensal com 306,1 horas. No mês de Dezembro regista-se o menor valor médio mensal com 126,4 horas.

5.4. Dados habitacionais

De acordo com os dados do Censos 2011 existem no concelho de Sines 4788 edifícios residenciais, dos quais 4304 são exclusivamente residenciais, 387 principalmente residenciais e 97 principalmente não residenciais [67].

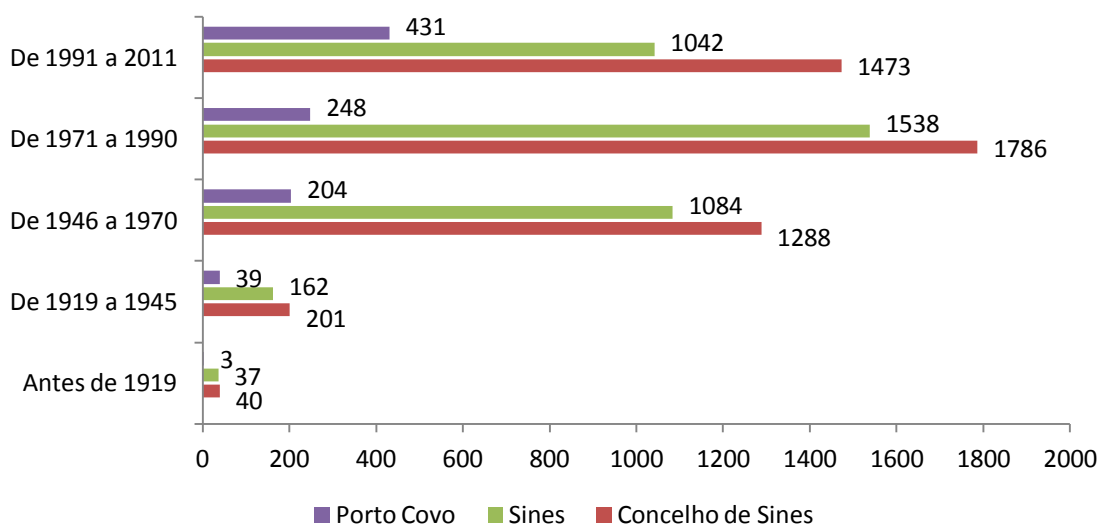


Figura 28 - Número de edifícios construídos por intervalo de tempo

De modo a facilitar uma melhor compreensão dos consumos energéticos existentes no sector doméstico, agrupou-se os edifícios por habitações unifamiliares e habitações plurifamiliares. Os edifícios unifamiliares são habitações com um único alojamento que vulgarmente são designados por vivendas. Os edifícios plurifamiliares são aqueles que albergam vários alojamentos, designados por bloco de apartamentos ou habitações colectivas como, por exemplo hotéis ou residenciais. Assim constata-se que existem 4018 edifícios unifamiliares e 770 edifícios plurifamiliares no concelho de Sines [68].

Tabela 14 - Edifícios residenciais segundo o tipo de habitação.

	Edifícios Residenciais	
	Habitação Unifamiliar	Habitação Plurifamiliar
Concelho de Sines	4018	770
Sines	3230	633
Porto Covo	788	137

(Fonte: INE,2012)

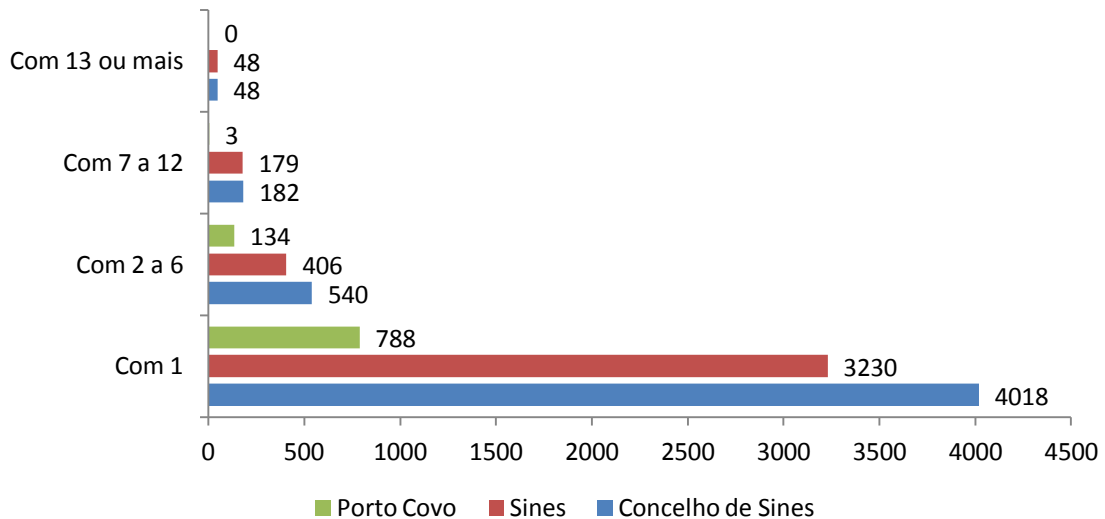


Figura 29 - Edifícios por o número de alojamentos.

(Fonte: INE,2012)

A estes edifícios corresponde um total de 8365 alojamentos, e desse total, 8318 são alojamentos familiares e 47 são alojamentos colectivos. Considerando apenas os alojamentos familiares, 5557 são de residência habitual, 1802 são de residência secundária e 959 encontram-se vagos.

Quanto às condições de habitabilidade, todos os alojamentos possuem electricidade, água e saneamento básico.

5.5. Sistemas de produção, transporte e distribuição de energia

5.5.1 Energia eléctrica

O concelho de Sines ocupa um lugar fundamental no contexto da Rede Eléctrica Nacional (REN) no que respeita à produção, já que, a Central Termoeléctrica de Sines com uma actual potência instalada de 1180 MW, é a maior produtora de energia eléctrica do país.

A Central Termoeléctrica de Sines (CTS) que ficou concluída em 1985, só em 1989 entrou em funcionamento pleno, tendo a sua localização em Sines muito a ver com a fonte de energia escolhida para a produção - o carvão - já que as águas profundas do Porto de Sines, permitem o acostamento dos navios de grande calado que asseguram o transporte dessa matéria-prima.

O grande problema desta fonte de energia, bem conhecido e relatado hoje a nível mundial é que, para além de constituir uma enorme fonte de emissão de CO₂ (tal como todas as outras

centrais de queima de combustível fóssil) também emite óxidos de enxofre, de azoto, de carbono e partículas. Além disso o arrefecimento da central é assegurado pelas águas oceânicas, que implica o correspondente aquecimento das mesmas na zona envolvente à descarga.

A distribuição no concelho de Sines é assegurada por uma subestação localizada a nordeste da cidade de Sines, a qual ocupa um lugar muito importante na REN. Esta subestação para além de assegurar a distribuição de energia eléctrica às zonas urbanas e industriais do concelho de Sines, recebe a partir da fonte de produção, CTS, 4 linhas de muito Alta Tensão (AT) a 400kV e uma linha de AT a 15kV. Através desta subestação deriva um conjunto de linhas de AT e muito AT que serve todo o Sul do país.

A distribuição de electricidade no município de Sines é essencialmente da responsabilidade da empresa EDP [69] pelo que no final de 2009 os seus clientes segmentavam-se do seguinte modo:

- Clientes de baixa tensão normal (BTN) - 8939;
- Clientes de baixa tensão especial - 56;
- Clientes de média tensão - 57;
- Clientes de alta tensão - 7;
- Clientes de muito alta tensão - 3.

5.5.2 Gás

O Terminal de GN Liquefeito de Sines tem neste momento a capacidade para satisfazer 15% do total das necessidades de energia primária do país, podendo mesmo essa capacidade ser ampliada para o dobro.

Antes da instalação deste terminal, o GN chegava a Portugal unicamente através de gasodutos de alta pressão, tornando o país altamente dependente do GN argelino. Com a instalação deste terminal o país passou a poder contar com outras fontes de GN acessíveis ao transporte por via marítima.

A rede de distribuição de gás natural da Cidade de Sines incluindo a Zona de Indústria Ligeira II (ZIL II) é uma consequência directa da instalação do terminal de GN Liquefeito de Sines [70], estruturando-se a rede a partir de uma conduta principal de 160 mm que assegura depois a distribuição:

- À ZIL II, através de um ramal de 63mm de diâmetro;
- E à cidade de Sines, através de ramais a 110 e a 63mm.

Todavia, continua a ser comercializado o gás em botija (propano e butano) na cidade de Sines, tal como no resto do concelho.

5.5.3 Energia Eólica

Os Parques Eólicos existentes no concelho de Sines são:

- Parque Eólico de Sines, com 1.8 MW: localizado perto de Monte Chãos, compreende 12 aerogeradores, cada um com 150 kW de potência;
- Parque Eólico de Monte das Pias, com 10 MW: localizado perto da Sonega, é composto por 5 aerogeradores, cada um com 2.0 MW de potência;
- Parque Eólico da Chaminé, com 6,9 MW: localizado perto do Monte da Chaminé, composto por 3 aerogeradores, cada um com 2.0 MW de potência.

5.5.4. Esteiras

As esteiras de *pipelines* ligam o Porto de Sines ao complexo industrial circundante, nomeadamente à refinaria de Sines e ao complexo Petroquímico. No caso do oleoduto e gasoduto, é feita também a ligação a Setúbal e Aveiras. Existe também a esteira de carvão que serve a Central Termoeléctrica.

5.6. Análise dos Consumos Energéticos

A análise dos consumos energéticos de Sines foi efectuada através de dados recolhidos junto do INE, da Câmara Municipal de Sines (CMS) e de uma pesquisa de carácter individual, nomeadamente através de inquéritos a uma amostra da população.

No estudo demonstrado adiante não estão incluídos os consumos da grande indústria, nem foi analisado o tráfego existente no município. Pelo facto do complexo industrial de Sines ter fábricas que são autossuficientes em termos de energia e devido ao tráfego depender em grande parte do mesmo, estes dois factores não foram tido em conta para a elaboração desta análise.

Deste modo a análise efectuada aos consumos energéticos de Sines, demonstrada adiante, reside puramente no aspecto local do município, ou seja nos consumos realizados pelos serviços camarários e por os residentes do mesmo.

5.6.1. Consumos energéticos do município

Os consumos energéticos do município de Sines foram obtidos junto do INE, sobretudo pela publicação designada por *Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010*. Deste modo todos os dados apresentados reportam a valores do ano de 2009, que são os valores mais actualizados que existem.

Tabela 15 - Consumos energéticos do município de Sines, no ano de 2009. [71]

Consumos energéticos do município de Sines				
Tipo de Energia		Consumo	Unidades	%
Energia Eléctrica	Total	752.728.240	kWh	100
	Doméstico	16.708.518		2
	Não-doméstico	75.347.967		10
	Indústria	653.249.773		87
	Agricultura	1.498.418		0
	Iluminação das vias públicas	2.518.449		0
	Iluminação interior dos edifícios	3.405.115		1
	Consumo doméstico por habitante ¹²	1.220,8		-
Gás natural		210.104	mNm ³	
Gás natural por 1000 habitantes		15.336,1	mNm ³	
Combustível automóvel por habitante		2,7	tep	

(Fonte: INE, 2012)

O consumo de energia eléctrica do concelho de Sines é muito superior aos concelhos do Alentejo Litoral: Santiago Cacém, Odemira, Grândola e Alcácer do Sal. De facto Sines tem um valor claramente superior, devido ao sector da indústria, pois só este sector consome seis vezes mais energia eléctrica que o concelho de Santiago Cacém, que é o concelho que apresenta maior consumo de energia eléctrica a seguir a Sines. O sector doméstico apresenta valores inferiores aos outros concelhos, o que é justificado pela menor dimensão do concelho e população. O consumo doméstico de energia eléctrica por habitante situa-se um pouco abaixo da média nacional, que rondava os 1330 kWh/ hab, em 2009 [72].

Em termos de combustível automóvel por habitante, o concelho de Sines é muito superior à média nacional, 0,6 tep/ hab. Por se tratar de um concelho com um grande complexo industrial existe muito movimento rodoviário e existe também alto poder de compra, comparativamente com outras regiões de Portugal [73].

Já em relação ao consumo de GN, o concelho de Sines manifesta um grande consumo comparativamente com outras regiões no Alentejo e mesmo no país, o que em certa medida já foi explicado por ser um porto de entrada desta fonte de energia no país.

¹² O valor 1220,8 kWh é referente à população existente em 2009.

5.6.2. Levantamento pessoal dos consumos de energia eléctrica

Para além da recolha de informação junto do INE procedeu-se a um levantamento de informação de carácter pessoal para validação dos mesmos.

De modo a caracterizar melhor os consumos de energia eléctrica, evidenciados na tabela 15, recolheu-se informação de cerca de 100 habitações. Nesta pesquisa analisou-se o tipo de habitação, o consumo de energia eléctrica e o número de pessoas que habitam na mesma.

Uma vez que os consumos exibidos nas facturas dependem muito do contrato efectuado perante o fornecedor de energia eléctrica (maioritariamente a EDP) houve o cuidado de analisar os consumos reais e não por estimativa. Para o efeito consultou-se as facturas de um ano dos inquiridos ou analisou-se o preço médio pago por mês. Neste último caso descontou-se as taxas acrescidas do valor real despendido em energia eléctrica e converteu-se em kWh. A título informativo concluiu-se que, em média, para um contrato de BTN a factura eléctrica acresce cerca de 42% para além do custo exclusivo da energia eléctrica. Este valor obtido encontra-se em consonância com o valor anunciado pela Associação Portuguesa Para a Defesa do Consumidor, mais reconhecida por A DECO. Como exemplo apresenta-se uma das habitações analisadas. Após a análise de um ano de consumos a média mensal da factura de electricidade revelou ser de 70,60€ que corresponde a 280 kWh por mês. Já a média mensal de taxas foi de 29,50€, o que revela que em média paga-se 42% a mais do que o preço da energia eléctrica consumida.

De acordo com os dados já expostos anteriormente e através da equação exposta adiante, calculou-se o consumo médio nas habitações. Compreendido que em média o número de pessoas tanto para as vivendas como para os apartamentos são 3 pessoas por habitação, calculou-se também o consumo por habitante.

$$\%_{vivendas} \times Consumo_{vivendas} + \%_{apartamentos} \times Consumo_{apartamentos} = Consumo_{habita\c{c}o\~{e}s}$$

Tabela 16 - Média do consumo das habitações em Sines e do consumo por habitante, de acordo com a amostra analisada.

Habitação	%	Consumo (kWh)	Consumo habitações (kWh)	Consumo/ habitante (kWh)
Vivendas	48	3630	3090	1030
Apartamentos	52	2590		

Pelos cálculos efectuados, concluiu-se que uma habitação gasta em média 3.090 kWh por ano. A nível do consumo doméstico por habitante obteve-se o valor de 1.030 kWh por habitante, um pouco abaixo do valor apresentado pelo INE, 1.220,8 kWh.

Consumos de energia eléctrica e combustível afectos ao município

Com o propósito de se analisar os consumos energéticos afectos ao município, efectuou-se uma recolha de informação na CMS, com o propósito de se obter os consumos da responsabilidade da autarquia. Esta análise focou-se essencialmente nos consumos eléctricos permitindo conhecer-se o consumo por sectores. Assim para o consumo de energia eléctrica foi analisado o período entre Maio de 2011 e Maio de 2012, obtendo-se os dados mais recentes até à data de elaboração deste trabalho.

Tabela 17 - Desagregação subsectorial dos consumos de energia eléctrica afectos ao município de Sines.

Sector	Consumo Anual (kWh)
Captação, abastecimento e tratamento de águas	2.194.732,00
Infraestruturas desportivas	519.796,00
Edifícios municipais	928.470,00
Edifícios de ensino	147.383,00
Habitação social	64.959,00
Espaços municipais	56.038,00
Iluminação pública	2.513.287,00
Total	6.424.665,00

(Fonte: CMS, 2012)

Com base nos valores da tabela 17 construiu-se o gráfico seguinte que permite analisar a distribuição dos consumos de energia eléctrica de um modo percentual.

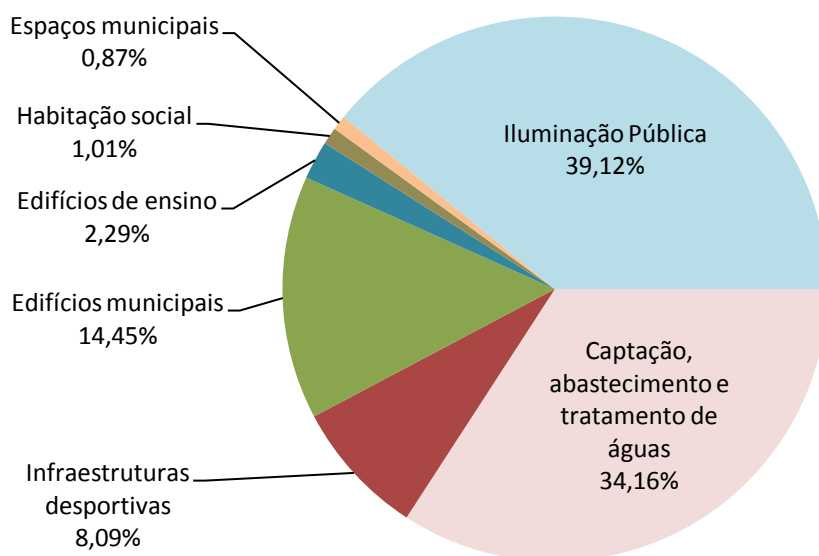


Figura 30 - Consumos de energia eléctrica afectos ao município de Sines, em percentagem.

Visualizando a distribuição do consumo de energia eléctrica pelos diferentes sectores de actividade administrados pela CMS, sobressai à vista os consumos dos sectores da iluminação pública e das infraestruturas de captação, abastecimento e tratamento de águas. Estes dois sectores absorvem mais de 70% da energia eléctrica consumida pelo município.

A iluminação pública é inferior comparativamente ao município vizinho, visto que este sector representa 62% da energia consumida pela autarquia de Santiago do Cacém. Já a captação, abastecimento e tratamento de águas é um valor muito superior para o município de Sines. Os 34,16% respeitantes ao consumo de energia eléctrica da CMS justificam-se pela localização da aquífero que serve Sines, que necessita de pelo menos três centrais de bombagem para transportar a água até ao seu reservatório. Após a água estar nos reservatórios a mesma é distribuída por gravidade, por encontrar-se num ponto mais alto da cidade.

Em suma, a distribuição de consumos de energia eléctrica, da responsabilidade da CMS, de certo modo não é muito diferente de outros municípios do país. Apesar disso é responsabilidade da autarquia solucionar formas de reduzir estes consumos, reduzindo assim a sua factura energética e melhorando o bem-estar da população a nível ambiental.

Em termos de consumo de combustível, actualmente, pode-se afirmar que a CMS apenas consome gasóleo, visto que a gasolina não tem expressão no total, pois é apenas utilizada em poucas máquinas com baixos consumos. Em média a CMS consome 13800 L de gasóleo por mês, valor que abastece cerca de 60 veículos, dos quais 40 são ligeiros de passageiros e mercadorias e outros 20 são veículos pesados de mercadorias ou limpeza urbana.

5.6.3. Emissões provenientes do consumo de energia eléctrica

Como já foi referido, na secção 3.3.3.1, onde estão evidenciadas as origens da energia eléctrica comercializada em Portugal e as emissões específicas que acarretam consequências ambientais, em 2011, o valor das emissões de CO₂ foi de 238,27g/ kWh e o de resíduos radioativos fixou-se em 32,04 µg/kWh.

Atendendo ao facto de em 2011, 44% da energia consumida ser proveniente de fontes não renovável e a energia nuclear corresponder a 4,8% do total da energia total, as emissões específicas associados ao consumo de energia eléctrica do município de Sines são as apresentadas na tabela 18.

Tabela 18 - Emissões específicas associados ao consumo de energia eléctrica do município de Sines.

Sector	CO ₂ (t)	Resíduos radioativos (kg)
Total	78.915,13	964,70
Doméstico	1.751,70	21,41
Não-doméstico	7.899,39	96,57
Indústria	68.485,92	837,20
Agricultura	157,10	1,92
Iluminação das vias públicas	264,03	3,23
Iluminação interior dos edifícios	356,99	4,36
Emissões domésticas por habitante	0,1280	0.0016

Como seria de esperar o maior valor de emissões específicas é no sector da indústria, devido ao consumo energético também ser muito maior nesse sector. Exceptuando a Indústria só as emissões específicas de CO₂ são de cerca de 10.000 t por ano.

5.6.4. Projectos actualmente em curso

Presentemente o município de Sines está envolvido no projecto “Fundo de Eficiência Energética” do Programa Estratégico da “Rede de Cidades e Centros Urbanos para a Competividade e a Inovação do Corredor Azul”. Este programa estratégico tem como objectivo global a criação de uma rede informal de partilha de informação e conhecimento e afirmação de um território específico da região Alentejo. Para além do município de Sines estão envolvidos mais 9 municípios parceiros e várias organizações.

Dos vários objectivos específicos do “Corredor Azul” realça-se a vontade de criar um modelo de desenvolvimento sustentável, fundamentado na inovação e competitividade como forma de potenciar a base económica regional; e a criação de uma rede de cooperação interurbana que permitam desenvolver projectos de cariz sustentável.

É neste âmbito que surge o projecto “Fundo de Eficiência Energética” onde o município de Sines é líder. Este projecto pretende estudar a eficiência energética de uma amostra de cerca de 500 habitações que representem o tecido habitacional do concelho de Sines. Desta forma o projecto visa aferir a qualidade energética de um número específico de habitações, de modo a operacionalizar, não apenas o modelo mas também a disseminar a prática no que se refere à presença de se qualificar o grau de eficiência energética de uma dada habitação e de divulgar os programas de eficiência energética e URE. No rescaldo desta avaliação resultará um certificado de eficiência energética para cada habitação auditada e um relatório que permite compreender o estudo efectuado e a sua assimilação à escala regional/ nacional.

5.3. Estratégia para a sustentabilidade

Como foi referido logo no enquadramento deste trabalho a UE tem sido líder na criação de mecanismos e medidas para combater o desafio das alterações climáticas. O compromisso 20-20-20 é o resultado de um plano que pretende combater essas mesmas alterações e assegurar um aprovisionamento energético. O Pacote Clima-Energia representa a reforma mais ambiciosa de sempre da política da energia europeia, visando converter a Europa na orientadora mundial no âmbito das energias renováveis e das tecnologias de baixas emissões de carbono.

Em termos nacionais, Portugal tem aplicado estas medidas a bom ritmo, particularmente nos 20% das energias renováveis. As estimativas indicam que Portugal está a cumprir o acordo do PQ, devido à aposta em energias renováveis, à crise sentida no país que fez com que houvesse redução de consumos, e à compra de créditos de carbono¹³.

«Só em conjunto, e não isoladamente, poderemos alcançar muitos dos objectivos que nos propomos. A União Europeia, os Estados-Membros e as regiões e autarquias partilham entre si as diferentes actividades a empreender.»

(Declaração de Berlim, 2007) [74]

Adoptando um pouco a política europeia e conjugando-a ao nível do município de Sines, procurou-se quantificar uma estratégia para a sustentabilidade, recorrendo ao uso das energias renováveis.

Como está depreendido ao longo da dissertação o impacte mais significativo das emissões pode ser alcançado através da redução da intensidade de carbono em vez da redução da intensidade energética. Uma vez que a energia eléctrica é o sector que apresenta maior potencial para diminuir emissões, devido à disponibilidade de tecnologias limpas com emissões reduzidas, os cenários apresentados focam-se na utilização das energias renováveis para produção de energia eléctrica. O modelo aqui apresentado pressupõe uma partilha com a rede de distribuição já existente.

Para aplicação no caso específico do Concelho de Sines considerou-se que a racionalização do consumo de energia irá cumprir os objectivos 20-20-20, do Pacote Clima-Energia, tendo como meta a redução de 20% nos consumos energéticos, isto significa que as medidas concretas para a produção de energia necessária será potencialmente 80% dos consumos já referidos anteriormente (arredondando-se em MWh pois são valores aproximados, facilitando assim os cálculos). Outras das medidas que devem ser tomadas consta da disseminação das energias renováveis, nomeadamente o solar térmico, o solar fotovoltaico e a energia eólica.

¹³ Segundo a Energy Market Place, o preço de mercado da tonelada de CO₂ era de 7€, no final de 2012.

A tecnologia solar térmico é a solução que actualmente melhor se adequa para o sector doméstico. Com a aplicação desta tecnologia, assume-se uma redução no consumo de energia eléctrica na ordem dos 20%.

Tabela 19 - Cenário proposto a médio prazo para a optimização da sustentabilidade

Energia Eléctrica	Consumo real (MWh)	Racionalização 20 % (MWh)	Solar Térmico 20% (MWh)	Energia Eólica
Total	753.500	602.800	600.080	(1)
Doméstico	17.000	13.600	10.880	
Não-doméstico	75.500	60.000	60.000	
Indústria	654.000	523.200	523.200	
Agricultura	1.500	1.200	1.200	
Iluminação das vias públicas	2.500	2.000	2.000	
Iluminação interior dos edifícios	3.500	2.800	2.800	

(1) Supondo que fosse possível substituir toda a energia consumida no município de Sines por energias renováveis, a energia eólica seria a melhor opção.

Atendendo ao consumo real do município e considerando uma eficiência de cerca de 30% (mínimo de horas de funcionamento) constatou-se¹⁴ que seria necessária uma potência instalada de cerca de 287 MW, ou seja, seria necessário instalar 144 turbinas eólicas de 2MW para fornecer energia eléctrica ao município ou cerca de 70 de 4MW e um investimento de mais de 170 Milhões de €.

Se o sector da indústria não for considerado, o consumo total ronda os 100.000 MWh anuais, o que se traduz numa potência instalada de 38 MW, correspondendo a 19 turbinas de 2 MW e um investimento de cerca de 25 Milhões € para fornecer energia eléctrica ao município.

5.4. Discussão

Actualmente o concelho de Sines é composto por pouco mais de 14.000 habitantes. Fruto do desenvolvimento industrial que ocorreu no concelho houve alterações profundas na paisagem e no quotidiano da população. Devido à explosão demográfica sucedida, o concelho transformou-se num forte consumidor de energia, como expressa a tabela 16. A alteração vivida no concelho teve impacto a todos os níveis da região. A cidade de Sines foi o palco central de todas estas mudanças, enquanto a freguesia de Porto Covo manteve as suas

¹⁴ $Energia_{(MWh)} = Potência_{(MW)} \times \Delta Tempo_{(horas)} \times 0,3$

características apesar de acompanhar a evolução sentida. As populações rurais pouca alteração tiveram neste período de adaptação a uma industrialização massiva, excluindo as famílias que foram expropriadas do campo onde foi implementado o complexo.

Conforme foi referido no segundo capítulo, a sustentabilidade, ou na prática o desenvolvimento sustentável, é composto fundamentalmente por três vectores: social, ambiental e económico. O concelho de Sines coabitou com a modificação repentina destas três dimensões de sustentabilidade.

As transformações vividas começaram por fazer sentir-se logo a nível ambiental, com a alteração da própria paisagem que até então tinha poucas marcas de intervenção do homem, passando para um território reconfigurado por uma intensiva presença industrial. A poluição foi, ao longo das décadas, o grande conflito entre o binómio da instalação do complexo e a qualidade do ambiente resultante do mesmo. A distribuição das áreas industriais foi cumprida com algum critério e obedeceu ao avanço das tecnologias ambientais que introduziram sistemas de controlo e vigilância das emissões (atmosféricas, águas e resíduos sólidos). Denotar que a ZIL II manifesta problemas a nível de ordenamento do território, pois para além de não se encontrar disposta por áreas, serve de alojamento habitacional.

Pelo facto das grandes empresas existentes no complexo obedecerem à regulamentação europeia tem vindo a ser corrigidas algumas disfunções ambientais que apesar de tudo se concentraram.

De uma forma genérica, pode-se afirmar que o equilíbrio ambiental ou ecológico tem sido mantido, alavancado pela fixação de empresas com grandes compromissos ambientais e pelo controle atento da CMS e grupos de pressão ambiental (eg. Quercus) que tem grande vigilância sobre a região.

A componente social também foi profundamente alterada. Com a chegada de novas pessoas a Sines, houve uma mistura de classes e géneros sociais abrindo-se outros horizontes, que aliados aos benefícios decorrentes do desenvolvimento industrial facilitou a evolução em áreas como a segurança, saúde e educação, garantindo às famílias um melhor bem-estar. O incremento das vias de comunicação a nível local e regional beneficiaram também a qualidade de vida da população.

No entanto há aspectos que afectaram a população, como por exemplo a especulação imobiliária. O maior poder de compra das famílias proporcionado pelos novos postos de trabalho tornou o custo de vida o mais alto da região. O nível de consumo é pois característico de uma classe média e média alta.

Em termos gerais o concelho de Sines beneficiou da industrialização que foi alvo, maioritariamente na componente económica.

Uma das questões que se podem levantar é se as populações tiveram algum benefício directo, para além dos postos de trabalho, por o facto de mais de 10% da produção de energia do País estar instalada no concelho.

No cenário actual a população tem taxas/ custos de utilização de energia iguais ao resto do país. Seguindo o princípio da responsabilidade colectiva, impõe-se aos munícipes e à autarquia procurar soluções que lhes permita ter outros benefícios, repercutindo-se a nível social, ambiental e económico. Os cenários que se podem colocar são os seguintes:

- Negociação com os sectores industriais implantados no concelho de forma a que os munícipes sejam beneficiados com essa implantação;
- Introdução de medidas para redução consumo racional pelas populações;
- Procura de alternativas através da introdução das energias renováveis.

Quanto ao primeiro cenário, cabe à autarquia negociar com as empresas contrapartidas pela sua instalação, e que ultrapassem as que estão estabelecidas pelas leis que regulamentam a existência dessa instalação.

Quanto ao segundo cenário, a procura de soluções de economia de energia só se pode realizar através de dois caminhos: o primeiro da responsabilidade autárquica, o segundo da responsabilidade dos munícipes. A CMS pode procurar introduzir medidas que diminuam os consumos energéticos e.g., a iluminação pública; o uso de biodiesel proveniente da transformação de óleos alimentares procedentes da recolha selectiva de resíduos; a valorização ou reciclagem de outros resíduos sólidos; a utilização de variadores de velocidade e frequência nas bombas de captação de água; e através da partilha devidamente organizada para redução de consumos energéticos (“poupança ecológica”, englobando as escolas através de educação ambiental e dos munícipes em formas organizadas, como acções de sensibilização, que chamem a atenção para o desenvolvimento sustentável.

Aos cidadãos do município cabe a persecução dessas medidas e sua implementação privada ao nível de bairros (responsabilidade social).

O terceiro cenário consiste na procura de alternativas com energias renováveis. Dentro do actual estado de conhecimento, as energias renováveis com maior possibilidade de aplicação no concelho de Sines são:

- Solar térmico
- Solar fotovoltaico
- Geotérmica
- Biomassa
- Eólico

As energias alternativas enumeradas devem ser discutidas de modo a estabelecer um quadro realístico e exequível com o equilíbrio necessário dentro dos factores de sustentabilidade, i.e., devem ser avaliados os respectivos custos (investimento, O&M), a possibilidade do município de Sines ter capacidade para fazer esses investimentos, e os ganhos ambientais, sociais e económicos que daí podem advir, beneficiando os munícipes.

A tabela 20 apresentada uma análise *SWOT* que pretende avaliar a possibilidade de aplicação das energias renováveis no Concelho de Sines.

Tabela 20 - Análise SWOT para avaliar a possibilidade de aplicação de algumas energias renováveis no Concelho de Sines.

Energias Renováveis	Análise SWOT			
	Forças	Fraquezas	Oportunidades	Ameaças
Solar Térmico	Clima	Investimento inicial	Redução da factura	Carácter Social Financiamento
Solar Fotovoltaico	Clima	Investimento inicial	Tecnologia de futuro	Financiamento
Geotérmica	Redução da utilização de A/C	Investimento inicial	Utilização na climatização	Redução dos consumos
Biomassa	Biomassa disponível	Investimento inicial	Sector doméstico	Dimensão florestal
Eólica	Clima	Investimento inicial	Infraestruturas existentes	Financiamento

O solar térmico é usado em Sines em algumas habitações dadas as boas condições de horas anuais de sol (2547 horas anuais). A CMS usa já esta forma de produção de energia para aquecimento das piscinas municipais. A extensão para a maioria dos habitantes de Sines só será viável com crédito pessoal, ou através de uma acção colectiva a partir da CMS, em que o retorno do capital revertido seria feito pelos munícipes num prazo alargado de 10 anos (ou de um período que fosse compatível com a capacidade financeira dos munícipes e autarquia). Esta medida, se executada, possibilitava a redução da factura energética de várias famílias, no entanto o financiamento e os constrangimentos de carácter social, devido à crise actual, dificultam esta acção.

De acordo com o que foi referenciado na apresentação do solar fotovoltaico e na tabela 10, esta tecnologia tem ainda um custo de investimento muito elevado sendo necessário ainda alguns anos para que se torne competitiva. Apesar de em 2030 os custos serem inferiores aos actuais, ainda se mantém elevados comparativamente a outras tecnologias de produção de energia eléctrica.

As necessidades do concelho são de 753.000 MWh/ ano, o que equivale a 8 centrais fotovoltaicas da Amareleja, a maior do país e uma das maiores da Europa.

Existem hoje soluções que permitem substituir os telhados e frente das paredes com painéis adaptáveis que admitem a produção de uma quantidade apreciável de energia, mas a aplicação massiva não se prevê que venha a ser visível, a não ser em projectos-piloto que possam vir a ser replicadas. A aplicação extensiva do solar fotovoltaico necessita que as células fotovoltaicas tenham custos de produção bastantes inferiores, não se afigurando rentável a aplicação desta tecnologia para a redução de consumos e emissões de GEE.

O clima de Sines é favorável a esta tecnologia, no entanto a mesma ainda não se revela competitiva para aplicação a nível urbano.

Em Portugal, a energia geotérmica tem maior disseminação na região dos Açores, por se tratar de uma zona com actividade vulcânica, como já foi explicado. A produção de vapor a partir da temperatura a elevadas profundidades permite a aplicação desta tecnologia, uma vez que a cerca de 30m há o aumento de cerca de 1°C da temperatura.

No entanto um dos aspectos da energia geotérmica que é hoje em dia já explorado é o ar que é injectado a profundidades relativamente baixas, e que sofre um aquecimento sendo possível de ser usado na climatização de casas de habitação. É também conhecido o fenómeno de que a uma profundidade relativamente baixa a temperatura é constante ao longo de todo o ano. Assim, para determinada aplicação poder-se à edificar infraestruturas subterrâneas que permitem “aquecer” ou “arrefecer” o ar atmosférico antes de ser injectado nas habitações ou outras instalações, evitando deste modo o uso desnecessário de ar condicionado. No caso concreto de Sines, a energia geotérmica não tem aplicação industrial, como sucede por todo Portugal continental. De salientar que existe um projecto nas instalações do Sines Tecnopololo que utiliza esta energia para fins de climatização.

A utilização desta tecnologia a nível de climatização pode ser aplicável, no entanto a sua contribuição na redução dos consumos de energia eléctrica seria residual em relação ao balanço total. Por esta razão esta energia renovável não foi quantificada neste estudo de caso.

Em relação à energia produzida por a biomassa existem já algumas experiencias em algumas autarquias (e.g., município de Torres Novas) mas trata-se de um projecto que está em fase experimental. Para a concretização desta alternativa é necessário recolher biomassa de zonas agrícolas o que é discutível de ser aplicável em Sines sem uma avaliação pormenorizada às reservas florestais. Ao abrigo do acordo designado por “Pacto de Autarcas” que está a ser implementado em vários concelhos de Portugal, será possível conhecer os resultados concretos das autarquias que os aplicaram e adaptá-los ao concelho.

Resta assim a energia eólica por se tratar de uma tecnologia madura e de maior possibilidade de aplicação a curto ou médio prazo, tal como já foi supracitado nos capítulos anteriores.

Como também foi evidenciado na abordagem às condições climatológicas, o concelho de Sines tem vento com energia suficiente para produzir energia eléctrica de uma forma economicamente viável, tratando-se assim de um concelho que reúne condições favoráveis à aplicação deste tipo de energia. Por exemplo no local onde está situado o parque eólico com 12 turbinas eólicas, com uma potência abaixo dos 2MW, existe espaço disponível para aumentar a capacidade. Outra solução passa pela substituição das turbinas já existentes por outras com uma potência superior. Tal como já foi demonstrado anteriormente, retirando o sector da indústria, a instalação de 20 turbinas de 2 MW correspondem às necessidades totais de energia eléctrica do concelho, o que se traduz num investimento de 25 Milhões de €.

É importante realçar que na execução destes cálculos não foi tida em conta uma análise económica e financeira em relação aos investimentos. Os custos apresentados são considerados valores brutos, sem empréstimos, amortizações, etc.

6. Conclusões

O Desenvolvimento Sustentável entrou no léxico da cultura actual, mas a maioria dos actores que nela participam fazem-no de acordo com os seus interesses. O triângulo em que o domínio da sustentabilidade se enquadra é muito vago e quanto maiores forem os interesses de cada um desses actores ou factores mais vaga é a sua aplicabilidade, ou seja conseguir um equilíbrio entre a Economia, a Sociedade e a Ecologia é um exercício difícil de conseguir.

A aplicação do Desenvolvimento Sustentável carece de uma outra variável que implicitamente consiga tornar a aplicação dos aspectos fundamentais traduzidos no bem-estar e na qualidade de vida das populações e que se pode designar por governança.

Este foi o ponto de partida desta tese que procurou analisar primeiro os vectores da sustentabilidade e depois procurar dentro da força motriz que centraliza todos estes aspectos, ver onde é que a energia e em particular as energias renováveis podem contribuir para encontrar esse equilíbrio. A tese centra-se na aplicação de um estudo de caso ao concelho de Sines, que é um dos concelhos que mais alteração registou em Portugal. O concelho de Sines e a cidade que dá o nome à autarquia teve ao longo dos últimos quarenta anos a maior alteração social, económica e ambiental que se verificou no país, parecendo quase um exercício de contrapoder em relação aos conceitos que foram introduzidos nos últimos vinte anos.

Numa fase inicial das transformações assistiu-se a uma forte industrialização no concelho, entre o início dos anos setenta do século passado até aos anos noventa; o fim deste período coincidiu com a introdução de modelos de desenvolvimento diferentes devido às alterações climáticas que foram demonstradas e validadas nas últimas duas décadas.

Na presente trabalho é possível no entanto tirar algumas conclusões de carácter quantitativo e qualitativo (cujos dados tiveram como fontes principais de informação o INE, os dados constantes do município e um levantamento de hábitos de uma amostra da população) que podem ser um contributo para o município e eventualmente para o estudo de situações semelhantes e que se passam a resumir:

1. Foi feito um balanço dos recursos energéticos necessários para fazer face aos consumos do concelho e das Pequenas e Médias Empresas (PME) instaladas;
2. O consumo energético *per capita* aproxima-se da média do País, sendo necessário portanto um esforço de redução de consumo de cerca de 20% até 2020, através da racionalização de consumos;
3. A iluminação e a captação, abastecimento e tratamento de águas têm um peso significativo nos consumos da população e dos serviços da autarquia;

4. Sines encontra-se numa zona privilegiada de número de horas de sol por ano e da existência de ventos o que torna possível a instalação imediata de solar térmico e eólico;
5. Apesar de Sines ser um concelho fortemente industrializado, e com o maior Centro Produtor de Energia Eléctrica a Carvão (cerca de 1200MW de potência instalada) é possível recorrer à instalação de Energias Renováveis que minimizem o impacte ambiental;
6. Os modelos que foram considerados levariam à construção de dois tipos de parques eólicos. Para fazer face às necessidades dos habitantes do concelho seria necessário uma parque com 38 MW de potência e um investimento total de 25 Milhões de €. Considerando o fornecimento às PME, seria necessária uma potência de 287 MW e um investimento de 170 Milhões de €, tornando-se uma situação com maior dificuldade de concretização. O financiamento poderia ser assegurado pela autarquia se for apenas tido em conta o fornecimento de energia à população. Para o caso do fornecimento às PME, o modelo terá de ser suportado financeiramente pela própria Indústria. Em qualquer dos casos este investimento pode ser faseado nos próximos anos tornando-se mais favorável financeiramente;
7. O solar fotovoltaico é ainda proibitivo se não for subsidiado pelo Estado, mas que na actual situação se tornaria duvidoso a sua aplicação em grande escala;
8. A aplicação das medidas apresentadas trará como vantagem a eliminação de cerca de 10 ton de CO₂ e indirectamente o tratamento de resíduos nucleares, contabilizando apenas o abastecimento de energia eléctrica à população.
9. As medidas de carácter qualitativo passam por uma valorização intangível que foram reforçadas ao longo do trabalho, e.g., o bem-estar da população, menores preocupações ambientais e na saúde que se traduzem na melhoria da qualidade de vida.
10. Para a sustentação destas medidas será necessário que Sines seja apoiada politicamente ou por um modelo de governança que favoreça a aplicação dessas medidas, e que minimizem e controlem as disfunções ambientais.

Como continuação do estudo no concelho de Sines a nível da sustentabilidade há vários domínios que poderão ser realizados e que vão para além do tema que foi proposto nesta tese e que se passam a enumerar:

1. Se a CCS vier a ser aplicada no futuro, mesmo nas centrais convencionais, será interessante estudar economicamente quais os modelos a seguir e já tendo como objectivos as metas para 2050;
2. As medidas de sustentabilidade no tráfego e nas operações logísticas que afectam o concelho não foram do âmbito deste trabalho, pois na generalidade estão

intimamente ligadas às indústrias pesadas instaladas no concelho e ao porto marítimo, mas poderiam dar lugar a um estudo próprio com medidas específicas de inserção;

3. Seria interessante também o estudo sociológico da população de Sines que foi referenciada neste trabalho mas que merece ser aprofundado;
4. Um estudo que ainda se encontra por fazer relaciona-se com a influência das medidas de sustentabilidade na saúde das populações e que ajudariam a definir o modelo de desenvolvimento futuro do concelho através do Plano Director Municipal.
5. Poderia ser efectuada uma análise comparativa com outros concelhos industrializados, ou que já tenham sido. Por exemplo comparar o concelho de Sines, com o de Aveiro ou Setúbal, ou com o concelho do Barreiro que já coabitou com uma industrialização intensa, ou mesmo com a zona Oriente de Lisboa, onde é actualmente o Parque das Nações. Uma análise à forma como são ou foram geridos todos estes concelhos do ponto de vista do Desenvolvimento Sustentável seria um estudo de grande relevância para o contexto nacional.

Referências

- [1]. **Smith**, Adam. (1904). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nation*. Cannan Edwin (ed). Methuen and Co., Ltd. 5 Edition.
- [2]. **Hibbard**, K.; Crutzen, P.; Lambin, E.; et al, (2007). *Group Report: Decadal-scale Interactions of Humans and the Environment*. Em Costanza, R., Graumlich L., Steffen, W. (eds.), *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth*, The MIT Press, USA. p.341-378.
- [3]. **United Nations** (1999), *The World at Six Billion*, United Nations Population Division, Department of Economic and Social Affairs, New York. p.5.
- [4]. **Barroso**, José. (2009). *Mensagem do Presidente da Comissão Europeia*. In Ribeiro, Fernando Ramôa, (ed.). *A Energia da Razão Por uma sociedade com menos CO₂*, Gradiva. Lisboa. ISBN 978-989-616-321-1.
- [5]. **Santos**, Filipe D. (2009). *Os Desafios Ambientais Criados pela Grande Aceleração do Pós-Guerra*. Em Nação e Defesa O Mar no pensamento estratégico nacional. Nº 122. p.61-78.
- [6]. **Intergovernmental Panel on Climate Change** (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. p.36.
- [7]. **Portal das Energias**
URL: <http://www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto/> [Consult. 13. Setembro 2011].
- [8]. **World Commission on Environment and Development** (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.
URL: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. [Consult. 15. Setembro. 2011].
- [9]. **Commission of the European Communities** (2008). *20 20 by 2020: Europe's climate change opportunity, COM 20 final*. Bruxelas.
- [10]. **Strange**, Tracey; Baybey, Anne (2008). *Sustainable Development Linking economy, society, environment*. OECD. Paris. p.3.
- [11]. **Rodrigues**, Valdemar (2009). *Desenvolvimento Sustentável - Uma Introdução Crítica*. Lisboa. Principia. p.144 - 146 e p.156.
- [12]. **Heinberg**, Richard (2007).
URL: <http://richardheinberg.com/178-five-axioms-of-sustainability> [Consult. 16. Janeiro. 2011].
- [13]. **Biolat**, Guy (1977). *Marxismo e Meio Ambiente*. Lisboa: Seara Nova.
- [14]. **Meadows**, Donella H ; Meadows Dennis, et al (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books. ISBN 0-87663-165-0.
- [15]. **Norgaard**, Richard B (2006). *Development Betrayed the end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. London: Taylor & Francis e-Library. ISBN 0-203-01240-2. p.20.

- [16]. **Sharachchandra**, Lélé (1991). *Sustainable development: a critical review*, World Development, 19 (6): 607-621, 1991, p.613.
- [17]. **Loveridge**, Denis (2009). *Foresight: The Art Science of Anticipating the Future*. New York: Routledge. ISBN 0-203-89415-4. p.175.
- [18]. **Murcott**, Susan (1997).
URL: <http://www.eou.edu/socenv/lecture/SDDefs.htm#1992> [Consult. 18. Fevereiro. 2011].
- [19]. **Forum for the Future's Sustainable Wealth London project** (1999). *Sustainable local economic development: A new agenda for action? in Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability*. Volume 4, Issue 1.
- [20]. **Forum for the Future** (1996). Reino Unido.
- [21]. Adaptado de **Giddings**, Bob ; Hopwood Bill ; O'Brien, Geoff (2002). *ENVIRONMENT, ECONOMY AND SOCIETY: FITTING THEM TOGETHER INTO SUSTAINABLE DEVELOPMENT* in Sustainable Development. Volume 10. 4 Edition. p.187-196.
- [22]. **National Research Council** (1999). *Our Common Journey: A Transition Toward Sustainability*, Policy Division, Board on Sustainable Development, National Academy Press. Washington, DC. p.24.
- [23]. **Vera**, A.; Langlois L.M.; Rogner.H.H. ; et al, (2005). *Indicators for sustainable energy development: An initiative by the International Atomic Energy Agency*, in Natural Resources Forum 29. p.277.
- [24]. **Eloy**, António (2009). *Energias Sem-fim Contrariando as Alterações Climáticas*. Edições Colibri. ISBN 978-972-772-883-1.
- [25]. **Wikipédia**.
URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Energy> [Consult. 1. Jan. 2012].
- [26]. **Cengel**, Yunus A., Boles, Micahel A. (2007). *Termodinâmica*. McGraHill. 5ª Edição. ISBN 85-86804-66-5.
- [27]. **Castro**, Rui (2011). *Uma Introdução às Energias Renováveis: Eólica, Fotovoltaica e Mini-hídrica*. IST Press. ISBN 978-972-8469-01-6. p.8, p.176.
- [28]. **ExonMobil** (2010). *Panorama Energético Perspectivas para 2030*. EUA.
URL: <http://www.exxonmobil.com/>
- [30]. **IEA - International Energy Agency** (2011). *Key World Energy Statistics 2011*. OECD/IEA. Paris, França. p.6, p.24 e p.44.
- [31]. **BP - British Petroleum** (2011). *BP Statistical Review of World Energy June 2011*. p.43.
- [32]. **Enerdata**.
URL: <http://yearbook.enerdata.net/#/energy-consumption-data.html> [Consult. 25. Janeiro. 2011].

- [33]. **WWF** (2011). *The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050*. ISBN: 978-2-940-443-26-0. p.14.
- [34]. **Pordata** (2012).
URL:
<http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+final+e+de+energia+electrica+per+capita-1732> [Consult. 16. Fevereiro. 2012].
- [35]. **Ingenium** III Série Número 105 Maio/ Junho 2008. *Energia: o motor da Humanidade Energia Eléctrica*. p.16.
- [36]. **IEA - International Energy Agency** (2011).
URL: <http://www.iea.org/stats/index.asp> [Consult. 22. Jul. 2012].
URL: http://www.iea.org/stats/pdf_graphs/30TPES.pdf [Consult. 22. Julho. 2012].
URL: http://www.iea.org/stats/pdf_graphs/30ELEC.pdf [Consult. 22. Julho. 2012].
- [37]. **Eurostat**.
URL:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Electricity_production_and_supply_statistics [Consult. 25. Marc. 2011].
- [38]. **European Commission**. *EU ENERGY IN FIGURES 2010 CO₂ Emissions by Sector*.
URL:
http://ec.europa.eu/energy/observatory/statistics/doc/2010_ext_co2_emissions_by_sector_2010.pdf [Consult. 20. Marco. 2011].
- [39]. **European Commission**. *Steep increase in global CO₂ emissions despite reductions by industrialised countries with binding Kyoto targets*. News Release. 2011.
- [40]. **DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia**. *A Factura Energética Portuguesa 2010*. Nº 26 Maio de 2011.
- [41]. **Eurostat**.
URL:
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tsdcc310> [Consult. 1. Março. 2012].
- [42]. **DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia**. *Energia em Portugal Principais Números Fevereiro 2012*. p.2, p.6 e p.7.
- [43]. **Eurogas - The European Union of the Natural Gas Industry**. *Statistical Report.2011*. p.5.
- [44]. **DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia**. *Potência Instalada nas Centrais Produtoras de Energia Eléctrica (2008-2010)*.
- [45]. **REN - Redes Energéticas Nacionais**.

URL:

<http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/Paginas/CentralsTermoelectricas.aspx> [Consult. 3. Abril. 2012].

- [46]. **IEA - International Energy Agency** (2011). *CO₂ Emissions from fuel combustion Highlights*. 2011 Edition. OECD/IEA. Paris, França.
- [47]. **EDP - Energias de Portugal** (2012).
URL: <http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Pages/OrigensdaEnergia.aspx>
[Consult. 26. Outubro. 2012].
- [48]. **IEA - International Energy Agency** (2011). *World Energy Outlook 2011 Sumário*. OECD/IEA, Paris, França. p.5.
- [47]. **IEA - International Energy Agency** (2008). *World Energy Outlook 2008*. OECD/ IEA, Paris, França. p.163, p.164 e p.182-193.
- [49]. **IEA - International Energy Agency** (2009). *World Energy Outlook 2009*. OECD/ IEA, Paris, França. p.75.
- [50]. **IEA - International Energy Agency** (2011). *World Energy Outlook 2011 Are We Entering a Golden Age of Gas? Special Report*. OECD/ IEA, Paris, França. p.19.
- [51]. **U.S. Energy Information Administration** (2011). *International Energy Outlook 2011*. Washington DC, Setembro 2011. p.167.
- [52]. **U.S. Energy Information Administration** (2011). *International Energy Outlook 2011*. Center for Strategic and International Studies. Howard Gruenspecht, Acting Administrator. Washington, DC, 19 de Setembro 2011. p.22 e p.26.
- [53]. **IEA - International Energy Agency** (2011). *World Energy Outlook 2011 Presentation to the pres*. OECD/ IEA, London. p.16.
- [54]. **REN 21** (2012). *RENEWABLES 2012 GLOBAL STATUS REPORT*. Paris, França. p.48, p.51, p.55 e p.58.
- [55]. **GWEC - Global Wind Energy Council** (2012). *GLOBAL WIND STATISTICS 2011*. Bruxelas, Bélgica.
- [56]. **EWEA - Energy Wind Energy Association** (2009). *The Economics of Wind Energy, A report by the European Wind Energy Association*. Soren Krohn. p.9.
- [57]. **Crabtree**, George W., Lewis, Nathan S. (2007). *Solar energy conversion*.
- [58]. **Estif - European Solar Thermal Industry Federation** (2012). *Solar Thermal Markets in Europe Trends and Market Statistics 2011*. p.8.
- [59]. **IEA - International Energy Agency** (2012). *Technology Roadmap Solar Heating and Cooling*. Paris, França. p.10 e p. 21.

- [60]. **Cardoso Filipa**, Ascenso Rita (2012). *Solar Térmico Que saídas para o sector?* em Climatização Edifícios e Energia O futuro do Solar térmico. Janeiro 2012.
URL: <http://www.climatizacao.pt/edicoes/janeiro-2012/tema-de-capa-1.aspx>
[Consult. 8. Agosto. 2012].
- [61]. **Aprene** - Associação de Energias Renováveis
URL: <http://www.apren.pt/> - Energias Renováveis [Consult. 23. Agosto. 2012].
- [62]. **Portal das Energias Renováveis**
URL: http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheNoticias.asp?ID_conteudo=162&ID_area=4
[Consult. 23. Agosto. 2012].
- [63]. **NREL - National Renewable Energy Laboratory** (2010). Tidball Rick, Bluestein Joel, Nick Rodriguez Nick and Knoke Stu, *Cost and Performance Assumptions for Modeling Electricity Generation Technologies*, ICF International, Fairfax, Virginia.
- [64]. **INE - Instituto Nacional de Estatística**. *Censos 2011*.
URL: www.ine.pt [Consult. 30. Agosto. 2012].
- [65]. **ITSEMAP** (2012). Plano de Emergência Externo de Sines. Câmara Municipal de Sines. Portugal.
- [66]. **Miranda, Paulo** (2007). *Estudo das fracções arnosas dos sedimentos do litoral Tróia - Sines*. Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências.
- [67]. **INMG - Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica** (1991). *Normais Climatológicas da Região de "Alentejo e Algarve" Correspondentes a 1951-1990*. O Clima de Portugal, Fascículo (XLIX). Portugal.
- [68]. **INE - Instituto Nacional de Estatística** (2012) - Informação Estatística.
URL: www.ine.pt [Consult. 11. Julho. 2012].
- [69]. **CMS - Câmara Municipal de Sines** (2012). *Departamento de Obra e Serviços Urbanos*.
- [70]. **CMS - Câmara Municipal de Sines** (2012). *Relatório da Revisão do Plano Director Municipal de Sines (PDM)*. Instituto Superior Técnico. 2ª Versão. Janeiro de 2009.
- [71]. **INE - Instituto Nacional de Estatística** (2011). *Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010*. Lisboa, Portugal. ISBN 978-989-25-0118-5.
- [72]. **Pordata** (2012).
URL: <http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+electrica+per+capita+total+e+por+tipo+de+consumo-1230> [Consult. 2. Outubro. 2012].
- [73]. **INE - Instituto Nacional de Estatística** (2012). *Portugal em Números 2010*. Lisboa, Portugal. 2012. ISSN 978-989-25-0136-9.
- [74]. **Declaração de Berlim** (2007). *DECLARAÇÃO por ocasião do 50º aniversário da assinatura dos Tratados de Roma*. Comissão Europeia.
URL: http://europa.eu/50/docs/berlin_declaration_pt.pdf [Consult. 25. Setembro. 2012]

Apêndice

O presente apêndice tem como finalidade ajudar a compreender a ordem de grandezas e unidades utilizadas ao longo da dissertação.

Alguns dos factores de conversão demonstrados são aproximados e foram selecionados de acordo com o critério utilizado na literatura científica. Quando se trata de hidrocarbonetos líquidos ou gasosos, o volume real, o peso específico, ou o poder calorífico pode depender de uma variedade de factores, tais como a densidade do fluido, a quantidade da água arrastada na mistura (caso exista), a temperatura, a pressão a que as medições são efectuadas, e outros factores. Deste modo os factores apresentados abaixo podem ser usados como regras e servem para fins de comparação gerais ou cálculos.

Múltiplos e Submúltiplos

Prefixo	Símbolo	Potência
DECA	da	10^1
HECTO	h	10^2
KILO	k	10^3
MEGA	M	10^6
GIGA	G	10^9
TERA	T	10^{12}
PETA	P	10^{15}
EXA	E	10^{18}
ZETA	Z	10^{21}
IOTA	Y	10^{24}
DECI	d	10^{-1}
CENTI	c	10^{-2}
MILI	m	10^{-3}
MICRO	μ	10^{-6}
NANO	n	10^{-9}
PICO	p	10^{-12}
FEMTO	f	10^{-15}
ATO	a	10^{-18}
ZEPTO	z	10^{-21}
IOCTO	y	10^{-24}

Unidades

1 Joule	= 1 Watt-segundo (Ws) = $9,47 \times 10^{-4}$ Btu
1 British thermal unit (Btu)	= 1.055 J = 252,15 cal
1 tonelada equivalente de petróleo (tep)	= 41,868 GJ = 11,630 MWh = 7,3 BEP ¹⁵
1 Watt-hora (Wh)	= 3600 J
1 Quilowatt-hora (kWh)	= 3600 kJ = 3412 Btu = 860 kcal
1 Quilojoule (kJ)	= 0,239 kcal = 0,948 Btu
1 Tonelada métrica (t)	= 1.000 kg = 2.204,62 lb
1 Barril equivalente de petróleo (BEP)	= 158,98 L = $6,383 \times 10^9$ J = 0,14 tep = $1,68 \times 10^3$ kWh
W_p	Watt-pico
MW_{th}	Megawatt-térmico
mNm^3	milhares de Normal metros cúbicos
Mb/d	Milhões de barris por dia

¹⁵ Este factor pode variar entre 6,5 e 7,9, dependendo do tipo de petróleo bruto.

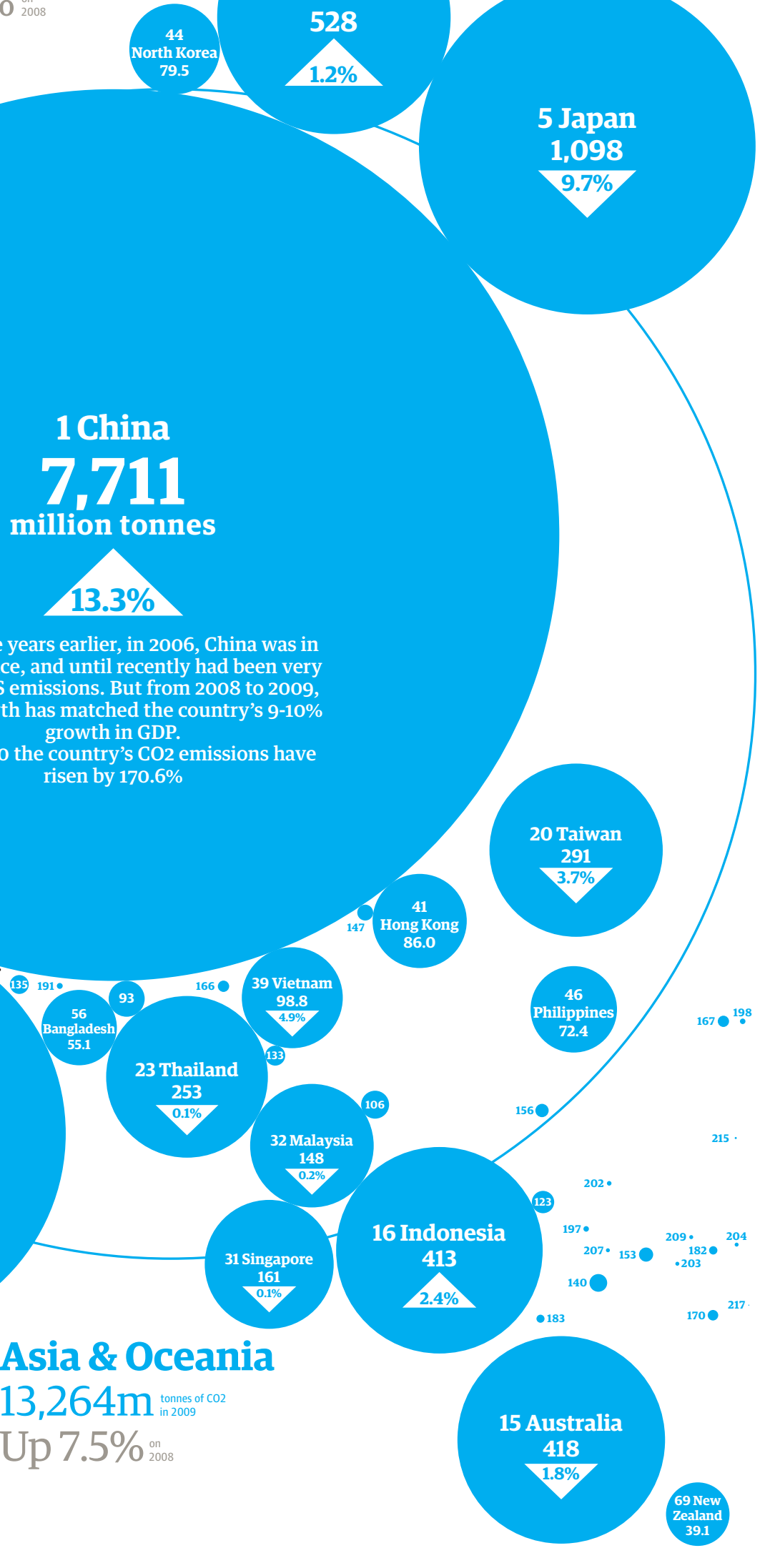
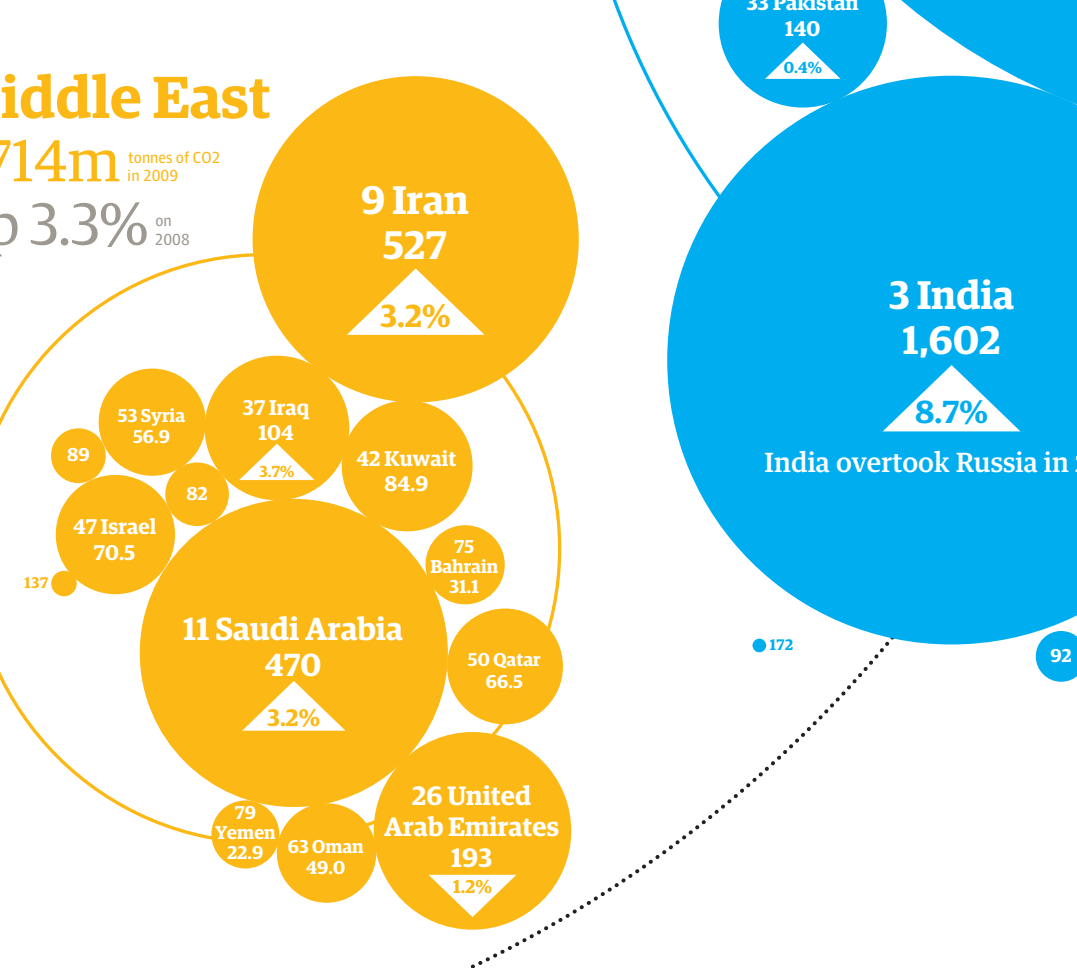
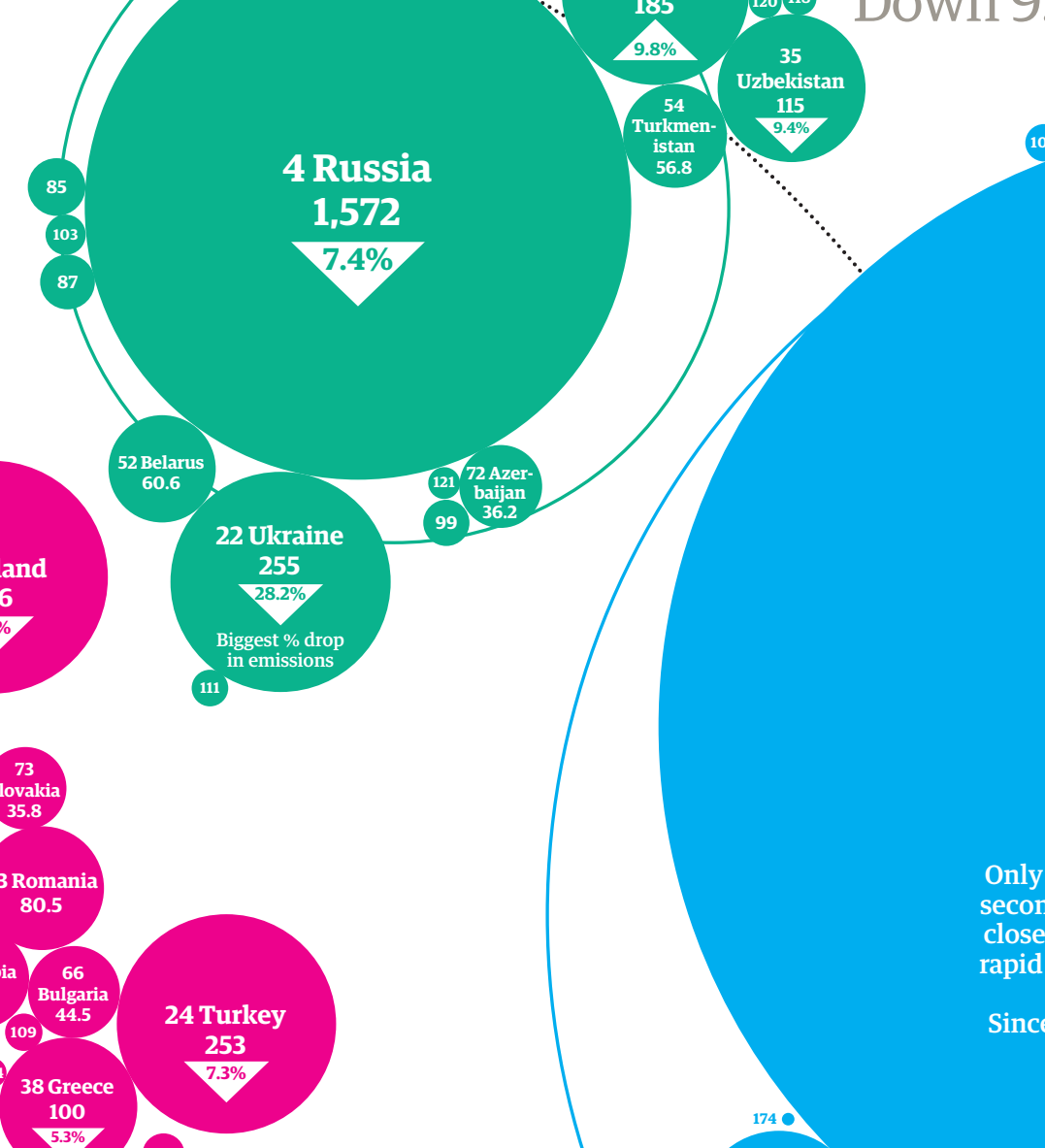
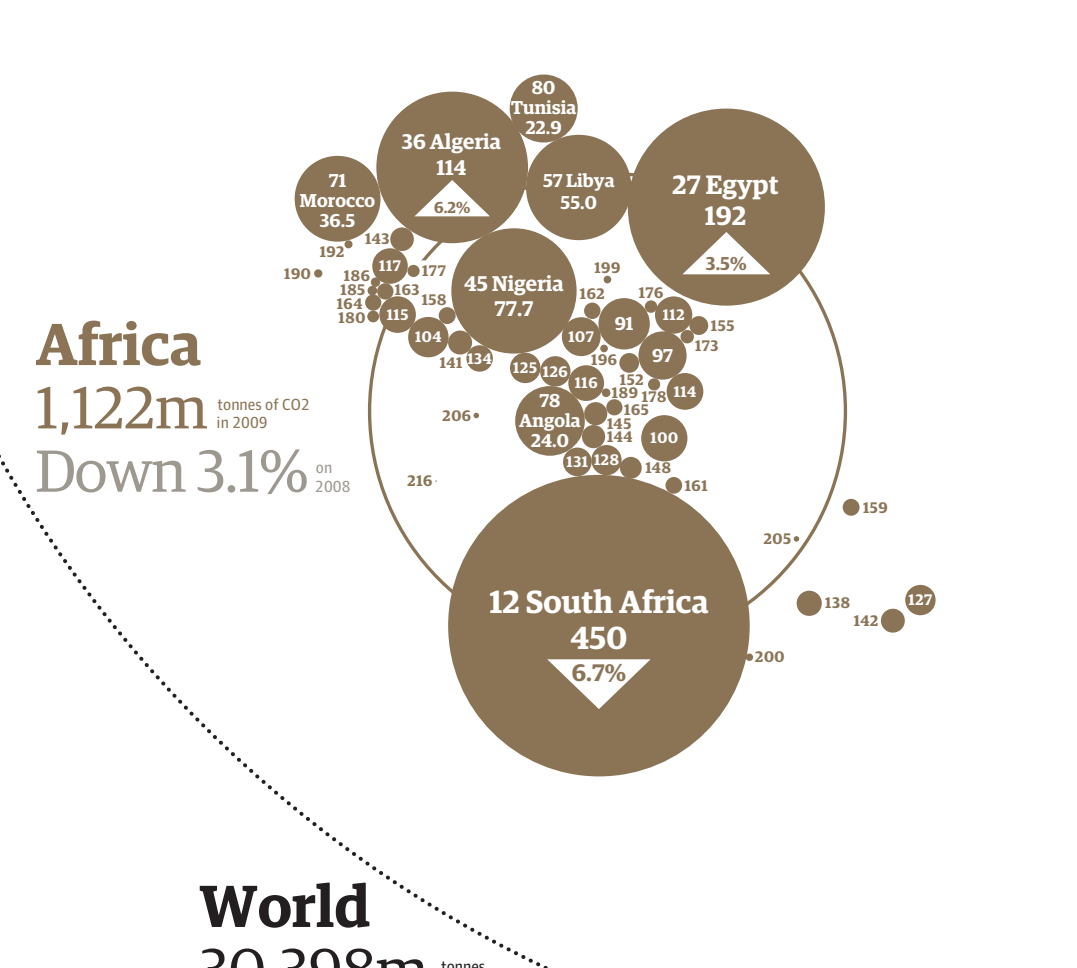
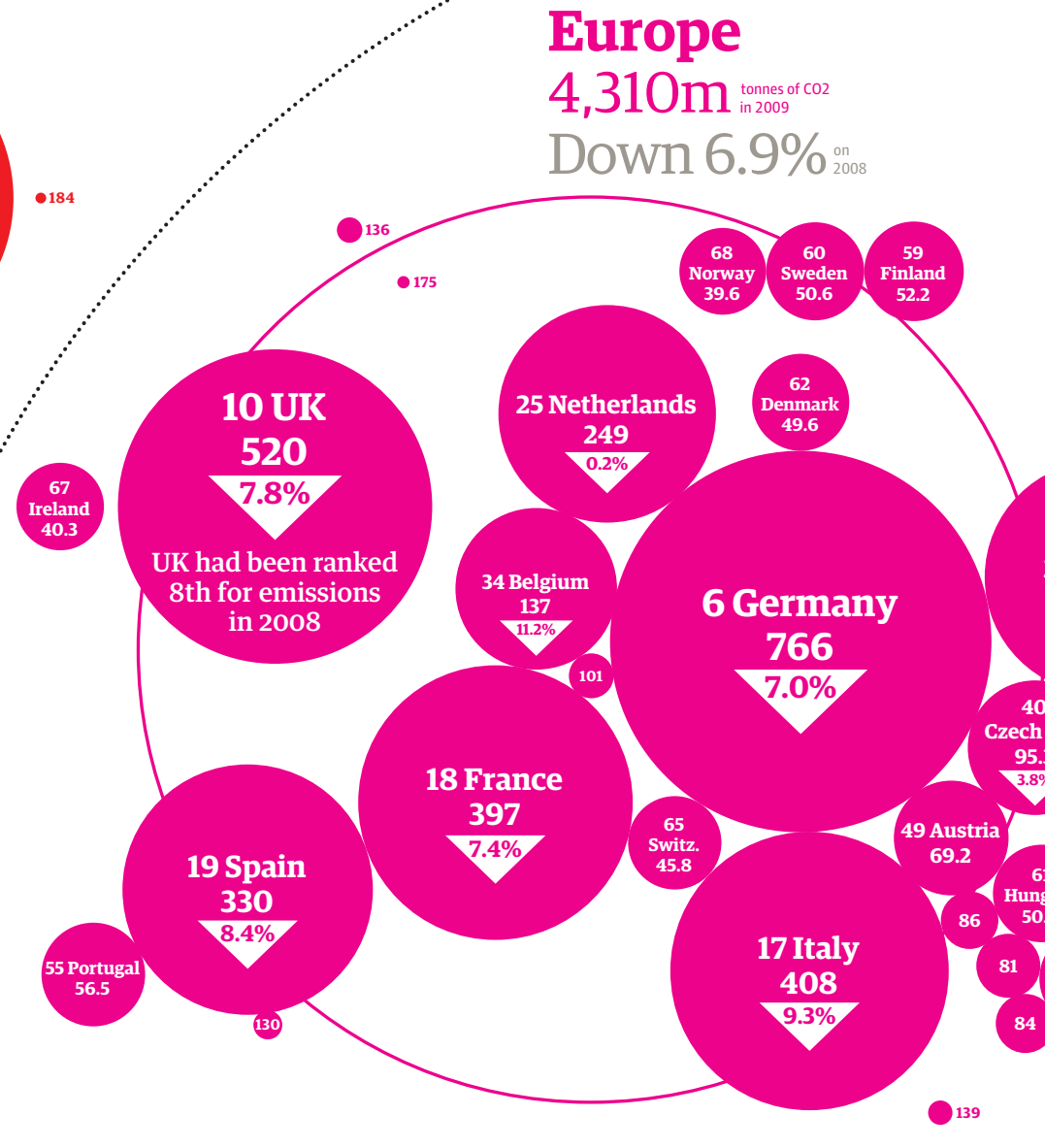
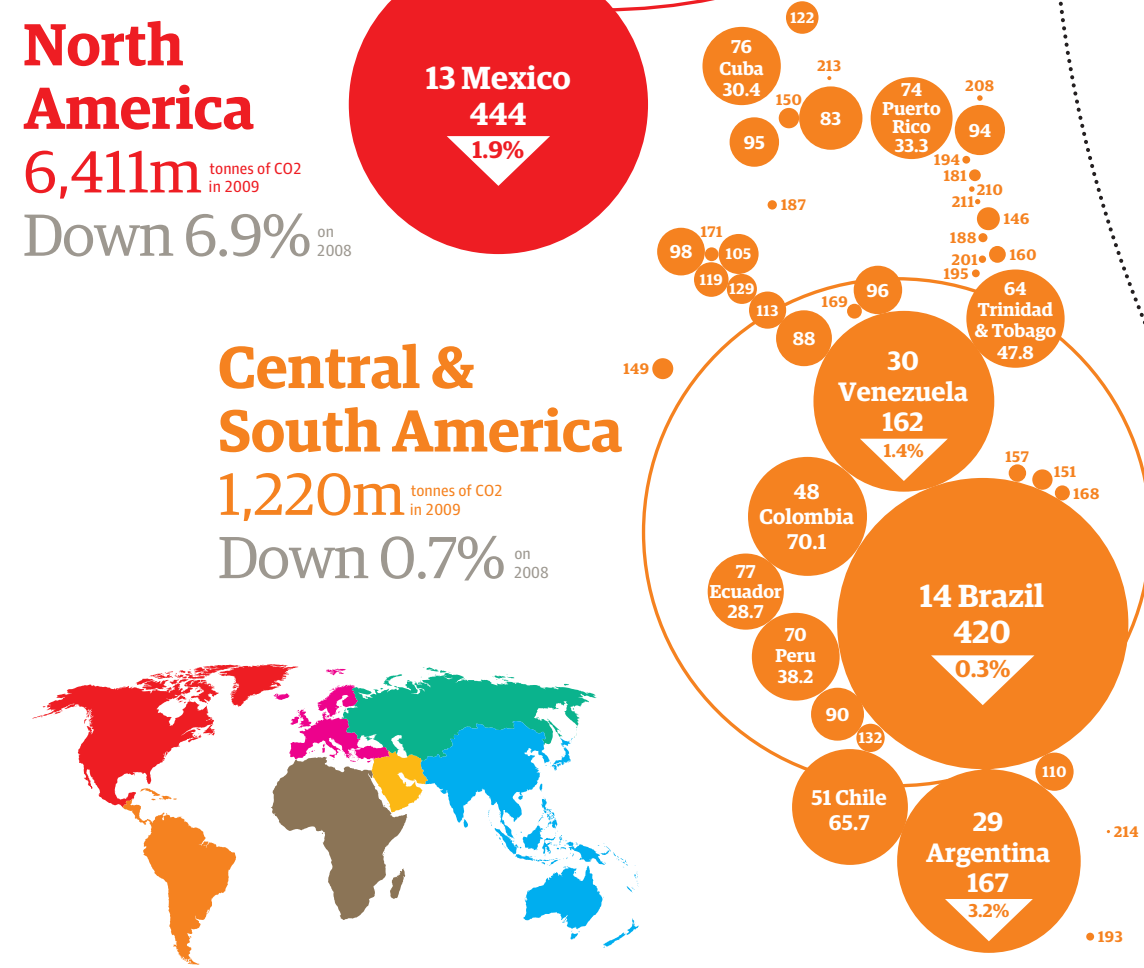
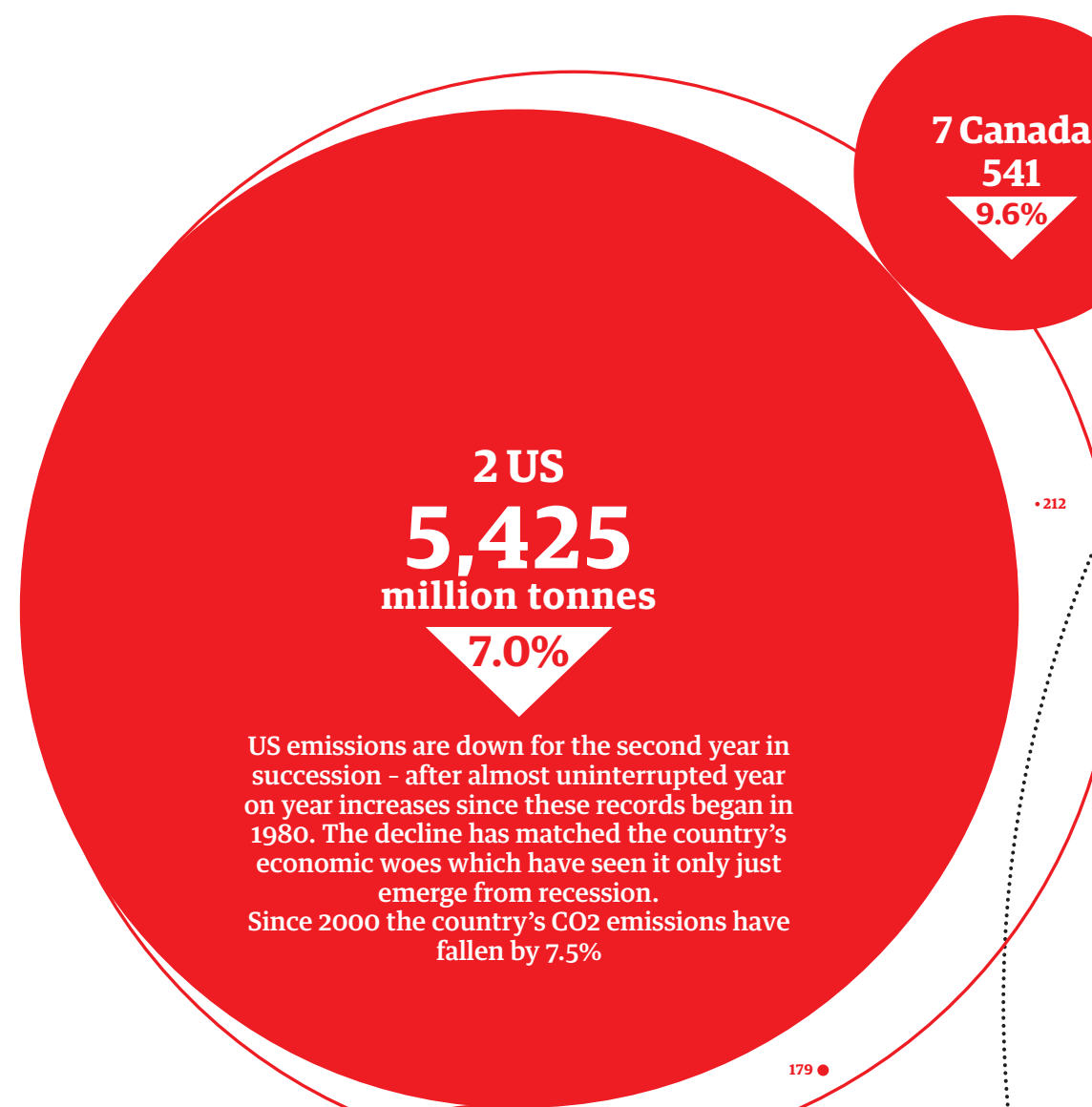
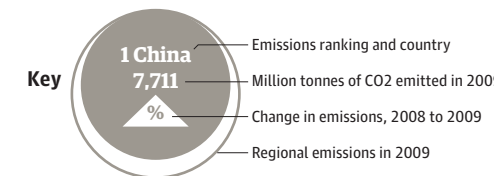
Anexos

Anexo 1

Atlas da poluição: o Mundo em emissões de dióxido de carbono

An atlas of pollution: the world in carbon dioxide emissions

Latest data published by the US Energy Information Administration provides a unique picture of economic growth - and decline. China has sped ahead of the US, as shown by this map, which resizes each country according to CO2 emissions. And, for the first time, world emissions have gone down



Detailed data
Full list of each country's CO2 emissions and movement in the world emissions league table

Rank/ change on 2008	Country	Million tonnes 2009	Percent change 08-09	Rank/ change on 2008	Country	Million tonnes 2009	Percent change 08-09	Rank/ change on 2008	Country	Million tonnes 2009	Percent change 08-09	Rank/ change on 2008	Country	Million tonnes 2009	Percent change 08-09	Rank/ change on 2008	Country	Million tonnes 2009	Percent change 08-09
1	China	7,711	13.3	45	Nigeria	77.7	-22.4	89	Lebanon	7.1	-4.1	111	Moldova	7.1	-4.1	155	Djibouti	1.8	-6.1
2	US	5,425	-7.0	46	Philippines	72.4	-2.9	90	Bolivia	6.9	7.1	112	Ethiopia	6.9	7.1	156	Guam	1.7	-3.5
3	India	1,602	8.7	47	Israel	70.5	4.8	91	Sudan	6.8	-4.4	113	Costa Rica	6.8	-4.4	157	Guyana	1.5	0.0
4	Russia	1,572	-7.4	48	Colombia	70.1	7.9	92	Sri Lanka	6.7	7.1	114	Tanzania	6.7	7.1	158	Burkina Faso	1.4	2.1
5	Japan	1,098	-9.7	49	Austria	69.2	-2.5	93	Burma	6.6	2.2	115	Ivory Coast	6.6	2.2	159	Seychelles	1.4	6.1
6	Germany	766	-7.0	50	Qatar	66.5	-4.8	94	US Virgin Islands	6.3	3.8	116	Congo	6.3	3.8	160	Madagascar	1.4	-4.0
7	Canada	541	-9.6	51	Chile	65.7	-3.8	95	Jamaica	6.2	1.8	117	Senegal	6.2	1.8	161	Swaziland	1.4	17.0
8	South Korea	528	12	52	Venezuela	162	-4.4	96	Netherlands Antilles	6.1	-10.4	118	Tajikistan	6.1	-10.4	162	Niger	1.3	3.5
9	Iran	527	3.2	53	Syria	56.9	6.1	97	Kenya	6.1	2.4	119	El Salvador	5.9	0.0	163	Guinea	1.3	-1.2
10	UK	520	-7.8	54	Turkmenistan	56.8	-1.2	98	Cuba	5.7	-0.4	120	Kyrgyzstan	5.7	-0.4	164	Sierra Leone	1.3	5.9
11	Saudi Arabia	470	3.2	55	Portugal	56.5	1.5	99	Armenia	5.3	-4.9	121	Georgia	5.3	-4.9	165	Malawi	1.3	4.6
12	Australia	418	-1.8	56	Bangladesh	55.1	9.4	100	Zimbabwe	5.2	-3.1	122	Bahamas	5.2	-3.1	166	Laos	1.2	1.1
13	Mexico	444	-1.9	57	Libya	55.0	-3.9	101	Luxembourg	10.6	-11.2	123	Papua New Guinea	4.8	6.7	167	Wake Island	1.2	-4.3
14	Brazil	420	-0.3	58	Tunisia	52.3	5.7	102	Cyprus	10.6	-3.5	124	Albania	4.6	3.8	168	French Guiana	1.1	6.1
15	USA	418	-1.8	59	Finland	52.2	-4.9	103	Latvia	8.5	8.1	125	Equatorial Guinea	4.6	-2.1	169	Aruba	1.1	4.2
16	Indonesia	413	2.4	60	Sweden	50.6	-7.7	104	Ghana	8.1	9.6	126	Gabon	4.6	-3.2	170	French Polynesia	1.1	7.7
17	Italy	408	-9.3	61	Hungary	50.0	-10.7	105	Honduras	7.9	-2.4	127	Mauritius	4.6	-1.0	171	Belize	0.94	-5.4
18	France	397	-7.4	62	Denmark	49.6	-8.6	106	Brunei	7.6	-2.1	128	Mozambique	2.3	4.6	172	Maldives	0.92	3.4
19	Spain	330	-8.4	63	Oman	49.0	9.9	107	Cameroon	7.5	-1.9	129	Gabon	2.2	-5.1	173	Maldives	0.92	3.4
20	Taiwan	291	-3.7	64	Trinidad and Tobago	84.9	6.3	108	Mongolia	4.4	-3.8	130	Gibraltar	4.4	-3.8	174	Maldives	0.92	3.4
21	Poland	286	-3.0	65	Switzerland	45.8	1.0	109	Macedonia	7.3	-20.1	131	Namibia	4.1	3.7	175	Faroe Islands	0.80	6.4
22	Ukraine	255	-28.2	66	Bulgaria	44.5	-11.9	110	Uruguay	4.0	3.7	132	Paraguay	4.0	3.7	176	Eritrea	0.77	6.4
23	Thailand	253	-0.1	67	Ireland	40.3	-11.2	111	Moldova	7.1	-4.1	133	Cambodia	3.9	-6.1	177	Mali	0.74	6.4
24	Turkey	253	-7.3	68	Norway	39.6	-0.3	112	Ethiopia	6.9	7.1	134	Benin	3.5	4.3	178	Rwanda	0.74	0.0
25	Netherlands	249	-0.2	69	New Zealand	39.1	-1.1	113	Costa Rica	6.8	-4.4	135	Nepal	3.4	3.8	179	Bermuda	0.71	4.2
26	United Arab Emirates	193	-1.2	70	Peru	38.2	4.0	114	Tanzania	6.7	7.1	136	Iceland	3.4	-7.4	180	Liberia	0.69	2.2
27	Egypt	192	3.5	71	Morocco	36.5	-2.2	115	Ivory Coast	6.6	2.2	137	Palestine	3.2	4.3	181	Antigua and Barbuda	0.69	4.4
28	Kazakhstan	185	9.8	72	Azerbaijan	36.2	-8.0	116	Congo	6.3	3.8	138	Madagascar	1.4	-4.0	182	American Samoa	0.67	2.2
29	Argentina	167	-3.3	73	Slovakia	35.8	-4.5	117	Senegal	6.2	1.8	139	Malta	3.1	-2.5	183	East Timor	0.63	8.7
30	Venezuela	162	-4.4	74	Puerto Rico	33.3	-3.2	118	Tajikistan	6.1	-10.4	140	New Caledonia	3.0	0.0	184	Greenland	0.61	-4.8
31	Singapore	161	-0.1	75	Bahrain	31.1	1.6	119	El Salvador	5.9	0.0	141	Togo	2.8	5.6	185	Guinea-Bissau	0.46	0.0
32	Malaysia	148	-0.2	76	Cuba	30.4	4.7	120	Kyrgyzstan	5.7	-0.4	142	Reunion	2.8	0.0	186	Gambia	0.44	15.4
33	Pakistan	140	0.4	77	Ecuador	28.7	1.7	121	Georgia	5.3	-4.9	143	Mauritania	2.7	5.3	187	Cayman Islands	0.43	-11.8
34	Belgium	137	-11.2	78	Angola	24.0	1.8	122	Bahamas	5.2	-3.1	144	Zambia	2.7	18.8	188	Saint Lucia	0.41	0.0
35	Czech Republic	137	-11.2	79	Yemen	22.9	13.5	123	Papua New Guinea	4.8	6.7	145	Congo, Dem Rep	2.7	-2.6	189	Burundi	0.37	4.0
36	Algeria	114	6.2	80	Tunisia	22.9	5.7	124	Albania	4.6	3.8	146	Martinique	2.6					

Anexo 2
Recolha e análise de informação - INE

Metodologia Utilizada

- A recolha de informação junto do Instituto Nacional de Estatística foi efectuada essencialmente através do *site* disponível em: <http://www.ine.pt/>.
- Durante a pesquisa foram consultados vários documentos como publicações do INE ou informação estatística disponibilizada em formato Excel.
- Pelo facto de existirem diversos ficheiros com variadíssima informação, sintetizou-se a mais relevante para o Estudo de Caso na tabela seguinte. Os dados aqui mostrados serviram para elaborar as tabelas 11, 14 e 15, das páginas 63, 65 e 69 respectivamente do capítulo 5.

Informação do INE								
Informação / Dados estatísticos	Unidades	Município de Sines	Freguesias em 2011		Freguesias em 2001		Data da informação	Fonte
			Sines	Porto Covo	Sines	Porto Covo		
População								
Residente	nº	14238	13200	1038	12461	1116	2011	Censos 2011 Resultados preliminares- INE
Presente		14281	13204	1077	12184	1063		
Famílias		5621	5199	422	4478	423		
Alojamentos	nº	8365	7210	1155	5911	1053	2011	
Habitações unifamiliares	nº	4018	3230	788			2011	
Bloco de apartamentos		770	633	137				
Edifícios	nº	4815	3863	925	3307	848	2011	
População servida por sistemas de drenagem de águas residuais	%	88					2009	Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010 - INE
População servida por estações de tratamento de água residuais (ETAR)	%	41						
Consumo de água do sector doméstico por habitante	m ³	90						
Abastecimento de água captada	Total	1247						
Origem do Caudal	Águas de superfície	0						
	Águas subterrâneas	1247						
Abastecimento de água tratada	Total	1454						
Tipo de instalação de tratamento	Estação de tratamento de água (ETA)	0						
	Posto de cloragem (PCL)	1454						

Consumo de água abastecida pela rede pública	Tipo de uso	Total	m ³	1191				2009	Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010 – INE
		Doméstico		1191					
		Comercial e serviços		0					
		Industrial		0					
		Outros		0					
Drenagem de caudais efluentes produzidos	Origem	Total	m ³	910				2009	Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010 – INE
		Doméstico		910					
		Outros		0					
Águas residuais tratadas			m ³	5889				2009	Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010 – INE
Resíduos urbanos recolhidos			t	9346					
Recolha Indiferenciada	Total			8626					
	Aterro			8626					
	Valorização energética			0					
	Valorização orgânica			0					
	Reciclagem			0					
Recolha selectiva	Total			720					
	Aterro			0					
	Valorização energética			0					
	Valorização orgânica			0					
	Reciclagem		720						
Receitas e despesas segundo os domínios de gestão e protecção do ambiente								2009	Anuário Estatístico da Região Alentejo 2010 – INE
Receitas	Total		milhares de €	410					
	Gestão de resíduos			410					
	Protecção da biodiversidade e paisagem			0					
	Outros			0					
Despesas	Total		milhares de €	1790					
	Gestão de resíduos			1640					
	Protecção da biodiversidade e paisagem			149					
	Outros			0					

Consumo de energia eléctrica por consumidor	Total		kWh	83571,5				
	Doméstico			2269,9				
	Agricultura			20 811,4				
	Indústria			4160826,6				
Consumo doméstico de energia eléctrica por habitante			kWh	1220,8				
Consumo de combustível automóvel por habitante			tep	2,7				
Consumo de gás natural por 1000 habitantes			mNm ³	15336,1				
Consumo de gás natural				210104				
Consumo de energia eléctrica	Total		kWh	752728240				
	Doméstico			16708518				
	Não doméstico			75347967				
	Indústria			653249773				
	Agricultura			1498418				
	Iluminação das vias públicas			2518449				
	Iluminação interior dos edifícios			3405115				
	Outros			0				
Vendas de combustíveis	Gás	Butano	t	9303				
		Propano		29032				
		Gá auto (GPL)		40				
	Gasolina	Aditivada		0				
		Sem chumbo 95		6901				
		Sem chumbo 98		866				
	Petróleo			0				
	Gasóleo rodoviário			28725				
	Gasóleo colorido			6150				
	Gasóleo para aquecimento			139				
	<i>Fuel</i>			173403				

Anexo 3
Recolha e análise de informação - Câmara Municipal de Sines

Metodologia Utilizada

- A recolha de informação junto da Câmara Municipal de Sines foi efectuada no edifício da Câmara, nomeadamente no Departamento de Electricidade.
- A recolha de informação sobre os consumos de energia eléctrica foi efectuada pelo mestrando através da análise de todas as facturas de energia eléctrica da responsabilidade da CMS. O período de análise das facturas recaiu entre o mês de Maio de 2011 e o mês de Maio de 2012, data em que foi efectuada a recolha. Para reunir toda a informação sobre os consumos de energia eléctrica, criou-se uma tabela em Excel com todos os locais de consumo, o tipo de potência contratada, o tipo de contrato (BTN, BTE e MT) conforme se pode observar na tabela seguinte.
- Pelo facto de se tratar de valores reais e que correspondem a uma fatia significativa do orçamento da autarquia, essa tabela é confidencial, sendo somente representativa do modo como se tratou a informação e contemplando um dos casos tratados. Somando todos os consumos, concluiu-se que a CMS gastou 6.424.665 kWh no período analisado.
- Através desta tabela elaborou-se a tabela 17 e a figura 30 da página 71.

Sector Camarário	Morada Local de Consumo	Código Identificação Local	Potência contratada (kVA)	Número de contrato	Observações	Consumo anual em kWh (últimos 12 meses)
Educação	"X"	"Y"	6,9	"Z"	Escola Básica N°1 (Edifício da Cantina)	3189
...
Total						6.424.665

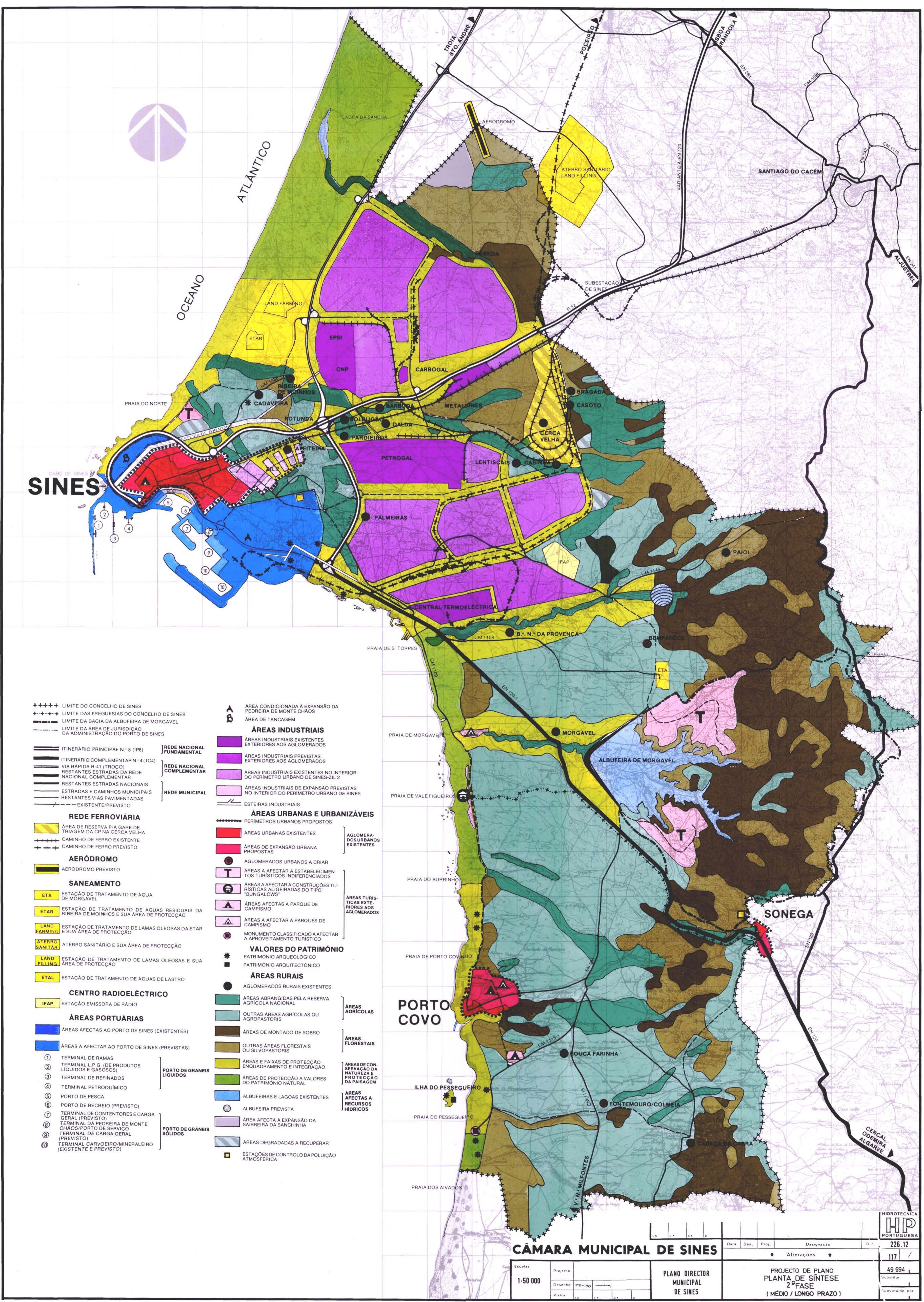
Anexo 4
Recolha e análise de informação - Levantamento Pessoal

Metodologia Utilizada

- O levantamento de informação de ordem pessoal não teve como finalidade obter uma amostra estatística significativa, mas sim validar alguma informação sobre consumos energéticos da população e de compreender alguns hábitos específicos que pudessem dar alguma orientação nas soluções escolhidas na conclusão do presente estudo.
- Uma das mais-valias deste levantamento de informação foi a melhor compreensão dos consumos das famílias em função do tipo de habitação e número de habitantes da residência. Por outro lado reuniu-se uma amostra com valores mais actuais que aqueles pesquisados no INE.
- Para a elaboração desta análise efectuou-se um inquérito a uma amostra de 100 habitantes da população Sineense, nomeadamente a colegas ou amigos do mestrando.
- Para a realização deste propósito o mestrando solicitou quer a nível pessoal, ou através de mensagens escritas ou mesmo pela rede social *Facebook* se os inquiridos poderiam fornecer as suas facturas de energia eléctrica e gás de modo a perfazer um ano de contagem. Com o decorrer da análise verificou-se que seria mais fácil reunir a informação apenas sobre a energia eléctrica, pois o gás, pode ser vendido por botija, distribuído pelo condomínio ou por gás natural, não havendo tanto cuidado em guardar os registos. Pelo facto de o período de análise coincidir, de certar forma, com o período de mudança para o fornecimento de gás natural não houve um período considerável para examinar este tipo de fonte de energia.
- Visto que as facturas da energia eléctrica, particularmente as do maior distribuidor Nacional, a EDP, apresentarem, por vezes, os consumos estimados (devido ao tipo de contrato ou ao período de verificação de leituras), houve o cuidado de analisar todas as facturas dos inquiridos (em versão de papel ou electrónica) de modo a constatar os consumos reais de electricidade e não estimativas.
- Deste modo construiu-se uma tabela em Excel com todas as habitações estudadas, conforme mostra a tabela seguinte. A informação contida nesta tabela possibilitou efectuar a tabela 16 da página 70.

Habitação	Energia Eléctrica		Gás		Habitantes	Tipo de Habitação	
	kWh	Média/ Hab kWh	Botija	Gás Natural kWh	Nº	Apartamento	Vivenda
1	3362	1232		x	3		x
...

Anexo 5
Planta do Município de Sines



SINES

- ++++ LIMITE DO CONCELHO DE SINES
 - ++++ LIMITE DAS FREGUESIAS DO CONCELHO DE SINES
 - LIMITE DA BACIA DA ALBUFEIRA DE MORGAVEL
 - LIMITE DA ÁREA DE JURISDIÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DO PORTO DE SINES
- ITINERÁRIO PRINCIPAL N.º 8 (IP8)
 - ITINERÁRIO COMPLEMENTAR N.º 4 (IC4)
 - VIA RÁPIDA R-41 (TROÇO)
 - RESTANTES ESTRADAS DA REDE NACIONAL COMPLEMENTAR
 - RESTANTES ESTRADAS NACIONAIS
 - ESTRADAS E CAMINHOS MUNICIPAIS
 - RESTANTES VIAS PAVIMENTADAS
 - EXISTENTE/PREVISTO
- REDE FERROVIÁRIA**
- ÁREA DE RESERVA P/A GARE DE TRIAGEM DA CP NA CERCA VELHA
 - CAMINHO DE FERRO EXISTENTE
 - CAMINHO DE FERRO PREVISTO
- AERÓDROMO**
- AERÓDROMO EXISTENTE
 - AERÓDROMO PREVISTO
- SANEAMENTO**
- ETA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE MORGAVEL
 - ETAR ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DA RIBEIRA DE MOINHOS E SUA ÁREA DE PROTECÇÃO
 - LAND FARMING ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LAMAS OLEOSAS DA ETAR E SUA ÁREA DE PROTECÇÃO
 - ATERRO SANITÁRIO ATERRO SANITÁRIO E SUA ÁREA DE PROTECÇÃO
 - LAND FILLING ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LAMAS OLEOSAS E SUA ÁREA DE PROTECÇÃO
 - ETAL ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE LASTRO
- CENTRO RADIOELÉCTRICO**
- IFAP ESTAÇÃO EMISSORA DE RÁDIO
- ÁREAS PORTUÁRIAS**
- ÁREAS AFECTAS AO PORTO DE SINES (EXISTENTES)
 - ÁREAS A AFECTAR AO PORTO DE SINES (PREVISTAS)
- PORTO DE GRANEIS LÍQUIDOS**
- 1 TERMINAL DE RAMAS
 - 2 TERMINAL L.P.G. (DE PRODUTOS LÍQUIDOS E GASOSOS)
 - 3 TERMINAL DE REFINADOS
 - 4 TERMINAL PETROQUÍMICO
 - 5 PORTO DE PESCA
 - 6 PORTO DE RECREIO (PREVISTO)
 - 7 TERMINAL DE CONTENTORES E CARGA GERAL (PREVISTO)
 - 8 TERMINAL DA PEDREIRA DE MONTE CHAÇOS/PORTO DE SERVIÇO
 - 9 TERMINAL DE CARGA GERAL (PREVISTO)
 - 10 TERMINAL CARVOEIRO/MINERALERO (EXISTENTE E PREVISTO)
- PORTO DE GRANEIS SÓLIDOS**

- ÁREAS INDUSTRIAIS**
- ÁREAS INDUSTRIAIS EXISTENTES EXTERIORES AOS AGLOMERADOS
 - ÁREAS INDUSTRIAIS PREVISTAS EXTERIORES AOS AGLOMERADOS
 - ÁREAS INDUSTRIAIS EXISTENTES NO INTERIOR DO PERÍMETRO URBANO DE SINES-ZIL 2
 - ÁREAS INDUSTRIAIS DE EXPANSÃO PREVISTAS NO INTERIOR DO PERÍMETRO URBANO DE SINES
- ESTEIRAS INDUSTRIAIS**
- ÁREAS URBANAS E URBANIZÁVEIS**
- PERÍMETROS URBANOS PROPOSTOS
 - ÁREAS URBANAS EXISTENTES
 - ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA PROPOSTAS
 - AGLOMERADOS URBANOS A CRIAR
 - ÁREAS A AFECTAR A ESTABELECIMENTOS TURÍSTICOS INDEFERENCIADOS
 - ÁREAS A AFECTAR A CONSTRUÇÕES TURÍSTICAS ALIGEIRADAS DO TIPO "BUNGALOWS"
 - ÁREAS AFECTAS A PARQUE DE CAMPISMO
 - ÁREAS A AFECTAR A PARQUES DE CAMPISMO
 - MONUMENTO CLASSIFICADO A AFECTAR A APROVEITAMENTO TURÍSTICO
- VALORES DO PATRIMÓNIO**
- PATRIMÓNIO ARQUEOLÓGICO
 - PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO
- ÁREAS RURAIS**
- AGLOMERADOS RURAIS EXISTENTES
 - ÁREAS ABRANGIDAS PELA RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL
 - OUTRAS ÁREAS AGRÍCOLAS OU AGROPASTORIS
 - ÁREAS DE MONTADO DE SOBRÓ
 - OUTRAS ÁREAS FLORESTAIS OU SILVOPASTORIS
 - ÁREAS E FAIXAS DE PROTECÇÃO ENQUADRAMENTO E INTEGRAÇÃO
 - ÁREAS DE PROTECÇÃO A VALORES DO PATRIMÓNIO NATURAL
 - ALBUFEIRAS E LAGOAS EXISTENTES
 - ALBUFEIRA PREVISTA
 - ÁREA AFECTA À EXPANSÃO DA SAIBREIRA DA SANCHINHA
 - ÁREAS DEGRADADAS A RECUPERAR
 - ESTAÇÕES DE CONTROLO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
- ÁREAS AGRÍCOLAS**
- ÁREAS FLORESTAIS**
- ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E PROTECÇÃO DA PAISAGEM**
- ÁREAS AFECTAS A RECURSOS HÍDRICOS**

CÂMARA MUNICIPAL DE SINES

Escalas	Projecto	Desenho	Visões	Data	Des.	Proj.	Designação	R. I.	226.12
1:50 000		1989/06					Alterações		117 / 49 694
<p>PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DE SINES</p> <p>PROJECTO DE PLANO PLANTA DE SÍNTESE 2ª FASE (MÉDIO / LONGO PRAZO)</p>									
								Substituído por	

