

RELATÓRIO SOBRE PROJEÇÕES

NO ÂMBITO DO ARTIGO 14.º DO REGULAMENTO (UE) No. 525/2013 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO (REGULAMENTO DO MECANISMO DE MONITORIZAÇÃO)

Portugal

Amadora

2017

REFERÊNCIAS TÉCNICAS:

Título: **Relatório sobre Projeções
No âmbito do artigo 14 do Regulamento (UE) No. 525/2013 do
Parlamento Europeu e do Conselho (Regulamento do
Mecanismo de MonitorizaçãoMonitoring Mechanism
Regulation)**

Autores:
Agência Portuguesa do Ambiente
Departamento de Alterações Climáticas

Edição: Agência Portuguesa do Ambiente

Data: Março de 2017

Local: Amadora

Índice

INTRODUÇÃO	4
INFORMAÇÃO ADICIONAL SOBRE PROJEÇÕES	4
<i>Informação geral</i>	4
<i>Resultados da Análise de Sensibilidade</i>	5
<i>Metodologia</i>	7

INTRODUÇÃO

O presente relatório visa dar resposta ao solicitado no artigo 14 do Regulamento (UE) No. 525/2013, de 21 de maio, do Parlamento Europeu e do Conselho (MMR), o qual é referente ao reporte de projeções de gases com efeito de estufa (GEE) de Portugal para os anos de 2020, 2025, 2030 e 2035.

INFORMAÇÃO ADICIONAL SOBRE PROJEÇÕES

Informação geral

Os dados apresentados para efeitos do reporte no âmbito do artigo 14.º do MMR) foram obtidos no contexto dos trabalhos de projeção iniciados em 2013 e concluídos em 2014, para efeitos da elaboração do Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030). Assim, no período 2015-2030 os dados apresentados são idênticos aos reportados na submissão realizada em 2015 no âmbito do MMR. Acrescentou-se a estes dados uma estimativa obtida por extrapolação linear relativa a 2035.

Está em fase de preparação um novo exercício de modelação com o horizonte 2050 visando a identificação e análise das implicações associadas a trajetórias custo-eficazes para a prossecução do objetivo nacional de neutralidade de emissões de GEE em 2050, bem como identificar os principais vetores de descarbonização associados no âmbito do desenvolvimento do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 em Portugal.

Relativamente aos parâmetros de projeção, estes não aderem totalmente aos recomendados publicados pela Comissão em junho de 2016. Verifica-se no entanto que:

1. Apesar dos preços de carbono no CELE utilizados se encontrarem em euros a preços constantes de 2010/tCO₂, os valores recomendados divergem em 2020 e 2025, convergindo em 2030;
2. Relativamente aos preços de combustíveis, importa esclarecer que os valores internacionais utilizados encontram-se em euros a preços constantes de 2010/boe, apresentando estes, e de uma forma consistente em toda a série temporal, valores superiores aos recomendados.
3. Há uma diferença significativa nos pressupostos de população, tendo-se assumido nas projeções um ligeiro aumento populacional até 2030 (os parâmetros recomendados indicam uma redução significativa de população no período);
4. Há uma diferença significativa nos pressupostos relativos ao crescimento do PIB, muito por força da metodologia utilizada, conforme descrita mais adiante. Assim, foi considerado um crescimento de 3% ao ano até 2030, perspetiva que diverge de um gradual decréscimo recomendado pela CE.

O ano base utilizado para as projeções corresponde ao último ano de reporte do inventário disponível na altura em que as projeções foram realizadas (inventário de 2013 relativo ao ano de 2011). O Quadro 1 inclui a comparação dos valores de emissão em 2015 obtidos no exercício das projeções com os valores de inventário submetidos em 15 de janeiro de 2017.

Para as emissões de agricultura e uso do solo, alteração do uso do solo e floresta (LULUCF) foram utilizadas projeções anteriores, realizadas em 2011 aquando da elaboração do Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050. Por esse motivo o ano base desses setores é 2009.

Quadro 1: Comparação entre os valores de emissões de 2015 reportados no INERPA e nas projeções (Mt CO_{2e})

(Mton CO _{2e})	2015 (INERPA)*	2015 Projeções
Emissões totais (excl. LULUCF)	68,7	70,5
Emissões Totais (incl. LULUCF)	60,0	60,5
1. Energia	48,2	46,7
A. Combustão	46,9	45,5
1. Produção de energia	18,3	18,2
2. Industrias e Construção	7,9	7,0
3. Transportes	16,2	15,7
4. Outros setores	4,4	4,6
B. Emissões fugitivas	1,3	1,3
2. Processos industriais e uso produtos	7,6	6,1
3. Agricultura	6,6	8,5
4. LULUCF	-8,8	-10,0
5. Resíduos	6,4	9,2

* Submissão de 15 de janeiro de 2017

No âmbito dos trabalhos do PNAC foi desenvolvido um exercício de projeção das trajetórias de atividade e respetivas emissões de GEE para os sectores de atividade no âmbito deste relatório, ou seja, o sistema energético (incluindo sectores de produção, transporte e consumo de energia), agricultura, resíduos e águas residuais e gases fluorados. Neste contexto, foram considerados dois cenários socioeconómicos, o cenário Alto (CA) e o Cenário Baixo (CB) e três cenários de política com pressupostos ligeiramente diferenciadores entre si.

Os resultados deste exercício permitem a análise do potencial de redução de emissões nacionais. A análise do comportamento dos diferentes setores nas condições estabelecidas para os diferentes cenários de política nos CA e CB ajudam a identificar fatores críticos, tendências e comportamentos dos setores no horizonte temporal considerado.

O exercício de base deste reporte reveste-se assim de um carácter de avaliação de potencial de redução, mais do que de projeção de emissões no sentido mais estrito de avaliação de onde Portugal poderá estar em 2020/2030 com base nas políticas atuais.

Para efeitos de reporte consideram-se os resultados dos cenários Alto uma vez que traduzem o cenário mais ambicioso em termos socioeconómicos e de evolução mais significativa das emissões. Os valores devem ser lidos como um máximo de emissões possível, nos pressupostos de projeção.

Resultados da Análise de Sensibilidade

Em termos de análise de sensibilidade podem ser considerados os seguintes cenários:

- i) Cenários socioeconómicos Alto (crescimento do PIB a 3% ao ano entre 2020 e 2030) e Baixo (crescimento do PIB a 1% ao ano entre 2020 e 2030);
- ii) Evolução tecnológica dos veículos eléctricos assumindo otimismo em 2030 sobre características tecnológicas do veículo eléctrico com bateria (assegurar mobilidade equivalente a um veículo convencional);
- iii) Potencial de produção renovável endógena com vista a exportação, alavancada pelo acréscimo das interconexões considerando a maximização do solar pv em Portugal face ao seu potencial endógeno.

O primeiro exercício de análise de sensibilidade permite balizar as emissões nos horizontes temporais 2020/2030, assumindo-se que as emissões nacionais estarão algures entre os níveis de emissão identificados. O quadro seguinte apresenta os resultados globais obtidos.

Quadro 2: Síntese dos resultados das emissões e projeções nacionais (Mt CO_{2e})

Mt CO _{2e}		1990	2000	2005	2010	2012	2020	2030
Total (sem LULUCF)	Alto	61	84	88	71	69	59 60	51 54
	Baixo							44 47
CELE	Alto	-	-	36	24	25	20 22	16 19
	Baixo							1# 15
Não CELE	Alto	-	-	51	47	44	38	35 36
	Baixo							31 32

Fonte: Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho)

Relativamente ao veículo elétrico:

- i) A opção pela mobilidade elétrica enquanto tecnologia custo-eficaz está limitada, para além do seu custo, pelas características dos veículos elétricos com bateria (BEV), nomeadamente na satisfação de procura de longa distância.
- ii) Assumindo a expectativa atual sobre a mobilidade elétrica em Portugal, tem-se por objetivo avaliar em que medida aquela limitação constitui uma barreira à penetração do BEV, assumindo as expectativas de custo do veículo.
- iii) Na análise de sensibilidade efetuada, concluiu-se que ultrapassadas as limitações com a autonomia de forma a possibilitar a oferta de mobilidade de longa distância, o veículo elétrico torna-se competitivo, o que introduz alterações significativas no perfil de consumo final dos transportes com um aumento de eficiência associado ao setor e um aumento significativo de prestação de serviços de mobilidade por veículos elétricos.

Relativamente ao cenário de exportação de energia renovável:

- i) Retiradas as limitações, verifica-se um aumento muito significativo na produção de eletricidade por solar fotovoltaico, mantendo-se a necessidade de produção marginal por gás natural;
- ii) Em termos de capacidade instalada verifica-se que a totalidade da capacidade de solar fotovoltaico permitida é utilizada em 2030, verificando-se uma redução da capacidade de gás natural instalada;
- iii) A capacidade máxima de eólica onshore não é totalmente esgotada, mantendo-se a capacidade já instalada em 2025;
- iv) Em conclusão, parece poder afirmar-se que um aumento de procura de eletricidade para exportação poderá ser assegurado por nova capacidade de geração por solar fotovoltaico, já que esta é uma tecnologia que surge como mais custo eficaz, considerando a curva de custos e de eficiência até 2030 disponível atualmente e utilizada na modelação. Esta análise de sensibilidade apenas considera a procura interna de eletricidade. Os resultados parecem comprovar o potencial para exportação de renováveis.

Metodologia

As metodologias para a estimativa de emissões de GEE a partir de variáveis de atividade seguida é a constante no NIR (National Inventory Report) elaborado pela APA.

Para cada um dos setores de atividade foi adotada uma metodologia específica de projeção das respetivas variáveis de atividade, suportando-se contudo no mesmo quadro de referência socioeconómico, para garantir a coerência das projeções obtidas.

Os cenários socioeconómicos que dão suporte aos exercícios de projeção, em particular, da procura de serviços de energia, de atividade agrícola e pecuária e de resíduos até 2030 consideram dois períodos distintos:

- (i) período até 2020: o andamento económico segue de perto as projeções do FMI, condicionadas pelo momento atual e perspectivas de curto prazo da economia Portuguesa, constituindo desta forma uma atualização face aos cenários utilizados no Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050 (RNBC);
- (ii) período de 2020 a 2030: o andamento económico segue o adotado no RNBC, garantindo-se coerência com este exercício de longo-prazo. Em linha com a abordagem já adotada no RNBC, a construção de cenários prospetivos para a economia nacional traduz trajetórias que delimitam de forma aproximada (i.e. estabelecendo máximos e mínimos) o intervalo onde se situará, com razoável probabilidade, a trajetória futura do País. Não se consideram igualmente elementos de rutura política, social ou económica, que possam determinar uma alteração estrutural da economia Portuguesa. Consideram-se dois cenários socioeconómicos nacionais: Cenário Alto (CA) e Cenário Baixo (CB), que assumem dois modelos de desenvolvimento contrastantes a nível económico (crescimento do PIB de 3%/ano e 1%/ano, respetivamente) e social (taxas de crescimento positivo e negativo da população, respetivamente). Estes cenários devem ser entendidos como as fronteiras superior e inferior, respetivamente, do espaço de verosimilhança dos resultados apurados. Uma descrição mais detalhada sobre estes cenários pode ser lida no Capítulo A.3. CENÁRIOS SOCIO-ECONÓMICOS PARA 2050 do RNBC¹.

Convém sublinhar que as projeções aqui apresentadas embora acomodem, no muito curto prazo, a informação disponível decorrente da atual situação financeira e económica nacional, não acomodam ou antecipam episódios conjunturais no futuro, privilegiando a apresentação de tendências de longo prazo. Assume-se deste modo um grau de incerteza diferenciado ao longo do horizonte de projeção, sendo inferior para o período 2010-2020 e superior para o período 2020-2030.

A projeção de procura de serviços de energia nos vários sectores (serviços, doméstico, indústria e transportes) e materiais (para o caso de algumas indústrias), tem como suporte variáveis específicas, como o VAB sectorial. Para o presente exercício adotou-se a continuidade da estrutura do VAB registado em 2011 para o horizonte temporal de análise até 2030.

O TIMES_PT é um modelo tecnológico de optimização linear que resulta da implementação para Portugal do gerador de modelos de optimização de economia - energia - ambiente de base tecnológica TIMES2.

¹ http://www.apambiente.pt/_zdata/RNBC/EnergiaResiduos_10_07.pdf

² TIMES é um acrónimo para *The Integrated Markal-EFOM System*. Tanto o Markal - *MARKet Allocation* e o EFOM - *Energy Flow Optimisation Model* são modelos energéticos de base tecnológica desenvolvidos pela AIE nas décadas

A estrutura genérica do TIMES pode ser adaptada por cada utilizador para simular um sistema energético específico, à escala local, nacional ou multi-regional. O TIMES_PT foi inicialmente desenvolvido no âmbito do projecto europeu NEEDS, integrando um modelo TIMES pan-europeu utilizado para a estimativa dos custos totais europeus (incluindo externalidades) da produção e consumo de energia. O objectivo principal de um qualquer modelo TIMES é a satisfação da procura de serviços de energia ao menor custo possível. Para tal, são consideradas em simultâneo opções de investimento e operação de determinadas tecnologias, fontes de energia primária e importações e exportações de energia, de acordo com a seguinte equação [6]:

$$NPV = \sum_{r=1}^R \sum_{y \in YEARS} (1 + d_{r,y})^{REFYR-y} \cdot ANNCOST(r, y)$$

NPV= valor atualizado líquido dos custos totais; ANNCOST= custo anual total; d= taxa de atualização; r= região; y= anos; REFYR= ano de referência para atualização; YEARS= conjunto de anos para os quais existem custos (todos os do horizonte de modelação, mais anos passados se foram definidos custos para investimentos passados mais um número de anos após o tempo de vida da tecnologia caso se considerem custos de desmantelamento).

Para cada ano, os modelos TIMES calculam a soma atualizada dos custos totais menos os proveitos. No caso do modelo TIMES_PT são considerados os custos de investimento e de operação e manutenção (fixos e variáveis) das diversas tecnologias de produção e consumo de energia. Os proveitos normalmente considerados nos modelos TIMES incluem subsídios e recuperação de materiais, os quais não estão considerados no modelo TIMES_PT. Poderão ser obtidas mais informações sobre o desenvolvimento do TIMES e respectivas equações em [7].

O modelo TIMES_PT representa o sistema energético Português de 2000 a 2050, incluindo os seguintes sectores:

- i. Oferta de energia primária (refinação e produção de combustíveis sintéticos, importação e recursos endógenos);
- ii. Geração de eletricidade;
- iii. Indústria (cimento, vidro, cerâmica, aço, química, pasta de papel e papel, cal e outras industriais);
- iv. Residencial;
- v. Terciário;
- vi. Agricultura, silvicultura e pescas (apenas a componente de consumo de energia); e
- vii. Transportes.

Em cada sector são modelados os fluxos monetários, de energia e de materiais associados às diversas tecnologias de produção e consumo de energia, incluindo balanços de massa para alguns sectores industriais.

A estrutura simplificada do modelo TIMES_PT é apresentada na figura abaixo bem como os seus principais inputs e outputs.

A implementação do TIMES_PT requer a especificação de um conjunto de inputs exógenos (detalhados na secção seguinte):

de 80 e 70, respectivamente. Este modelo foi desenvolvido pelo ETSAP (*Energy Technology Systems Analysis Programme*) da Agência Internacional para a Energia.

-
- i. Procura de serviços de energia;
 - ii. Características técnico-económicas das tecnologias existentes no ano base, assim como das tecnologias futuras (ex: eficiência, rácio *input/output*, factores de disponibilidade, custos de investimento, operação e manutenção e taxa de atualização);
 - iii. Fontes de energia primária disponíveis actualmente e no futuro, em particular o potencial de utilização de recursos energéticos endógenos; e
 - iv. Restrições de política, tais como objectivos de produção de energia, ou de redução de emissões.

Com base nestes elementos é possível obter do modelo TIMES_PT, uma série de outputs como sejam:

- i. Os custos associados ao sistema energético
- ii. Os fluxos de energia associados a cada sector;
- iii. As opções tecnológicas, nomeadamente a capacidade instalada no sector electroprodutor;
- iv. As importações e exportações de energia;
- v. A utilização dos recursos endógenos;
- vi. As emissões por setor.

Actualmente as emissões consideradas pelo modelo incluem as emissões de GEE geradas na combustão e nos processos industriais, e não incluem as emissões fugitivas associadas à produção, armazenamento e distribuição de combustíveis fósseis e as emissões de F-gases.

Refira-se que o TIMES não considera as interações económicas fora do sector energético, como as implicações na atividade de outros sectores da economia (p.ex. impacto da expansão da eólica no sector da metalomecânica) ou as implicações na actividade de setores nacionais ditadas por alterações na procura internacional pelos seus bens ou serviço, por ser um modelo de equilíbrio parcial.

Para além disso, o modelo TIMES não considera aspectos irracionais que condicionam o investimento em novas tecnologias mais eficientes, por exemplo preferências motivadas por estética ou estatuto social que se manifesta sobretudo na aquisição de tecnologias de uso final. Assim, o modelo assume que os agentes têm perfeito conhecimento do mercado, presente e futuro. Finalmente importa sublinhar que os modelos de base tecnológica como o TIMES_PT não acomodam decisões de mercado baseadas no preço, mas tomam opções com base no custo, quer de tecnologias quer dos recursos energéticos. Por este motivo, as soluções encontradas traduzem as melhores opções em termos de custo-eficácia e portanto de competitividade, lato sensu.

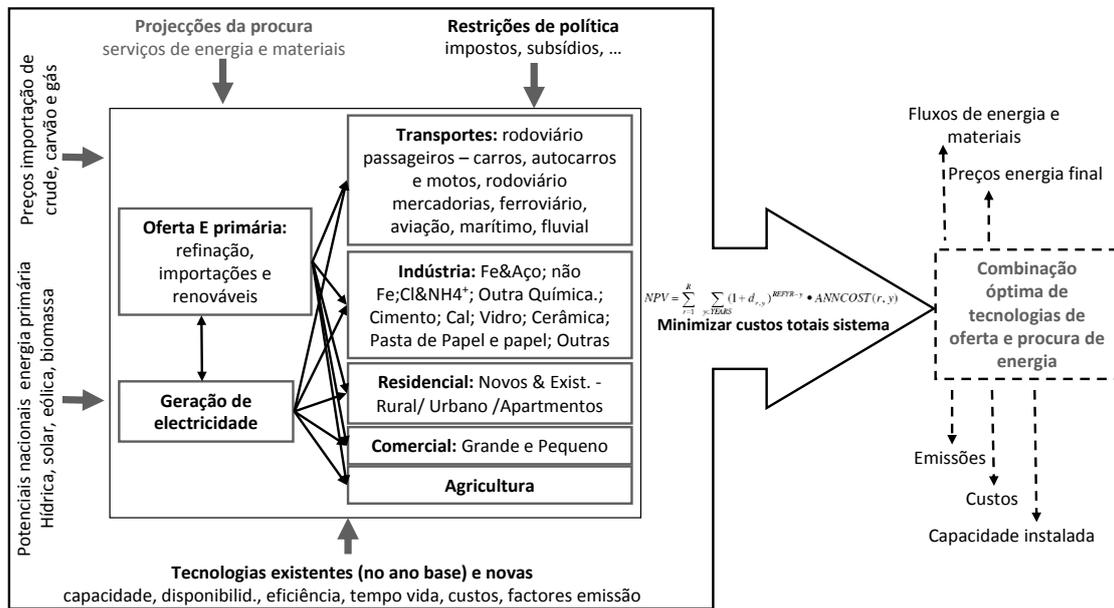


Figura 1:
Estrutura simplificada do modelo TIMES_PT

Não são considerados instrumentos de política económica como o IVA e o ISP, por se ter como objetivo a identificação de soluções tecnológicas custo-eficazes, baseando-se todo o exercício em valores de custos das tecnologias.

Não são modeladas as trocas de electricidade com Espanha, já que estas assentam sobretudo em decisões de mercado, não sendo o modelo TIMES_PT uma ferramenta apropriada para as acomodar. É assumida, de acordo com expectativas da REN, um saldo nulo com Espanha a partir de 2025.

Considera-se a disponibilidade dos aproveitamentos hidroelétricos em todo o período de modelação, equivalente a uma hidraulicidade média (ano médio, e.g. 2006, IPH=0,8). Considera-se um limite máximo de 85% relativo ao uso de gás natural nos sectores doméstico e terciário, por limitação de acesso à infraestrutura de distribuição.