

A MUDANÇA DO PARADIGMA ENERGÉTICO

LUÍS MIRA AMARAL

- Engenheiro Electrotécnico (IST) e Economista (MSc NOVASBE)
- Membro Conselheiro da Ordem dos Engenheiros
- Administrador da Sociedade Portuguesa de Inovação – Consultoria Empresarial e Fomento da inovação

Ordem dos Engenheiros 5 de Junho de 2018

Índice

- I. As Revoluções Industriais e Energéticas
- II. As Grandes Tendências Energéticas Mundiais
- III. A União Europeia e a Energia
- IV. A Energia em Portugal
- V. Petróleo e Transportes – O Programa do Governo: Ferrovia 1900
- VI. Veículos Elétricos (VE)
- VII. As Novas Fontes de Energia Renovável (NFER) em Portugal: Eólica e Solar
- VIII. O Monstro Elétrico em Portugal
- IX. O Mercado Grossista e as Renováveis Intermitentes
- X. Rendas Excessivas e Custos de Capital no Sistema Elétrico

I - AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E ENERGÉTICAS

As Revoluções Industriais

RI	País Líder	Tecnologia	Energia
1ª	Reino Unido	Máquina a Vapor	Carvão
2ª	E.U.A.	Eletromecânica e Sistemas Analógicos	Petróleo
3ª	E.U.A. / Ásia	Eletrónica e Sistemas Digitais	Petróleo + Gás Natural
4ª		Inteligência Artificial, Biotecnologia, Biologia e Biosistemas, Ciências da Vida, Engenharia Genética	Energias Renováveis

Fonte: ECONOMIA TECH – LUIS MIRA AMARAL – Booknomics 2008

II - AS GRANDES TENDÊNCIAS ENERGÉTICAS (I)

- O consumo mundial de energia primária deve estagnar nos países da OCDE e ter um forte crescimento nos países não OCDE.
- A eficiência energética poderá ter obviamente um papel importante na limitação desse crescimento. Mas nem sempre a eficiência energética leva a poupança energética!
- O gás natural e as fontes de energias renováveis serão as fontes com maior crescimento.
- **Mas os combustíveis fósseis continuarão a ser predominantes na matriz energética mundial.**
- **A época do petróleo estará economicamente a acabar** no sentido em que outras fontes energéticas assumem importância, mas fisicamente o petróleo não vai acabar.
- O mesmo aconteceu quando acabou a idade da pedra. A pedra não acabou, apareceram outros materiais!

II - AS GRANDES TENDÊNCIAS ENERGÉTICAS (II)

- Haverá naturalmente redução do consumo do petróleo e gás natural nos países da OCDE por efeito conjugado de:
 - a) Aumento de eficiência energética
 - b) Redução da incorporação de energia no produto pois à medida que uma economia se desenvolve reduz-se a intensidade energética (IE)

$$IE = \frac{\text{Consumo de energia per capita}}{\text{PIB per capita}}$$

A eficiência energética poderá levar o consumo de energia per capita a diminuir.

A sofisticação da economia leva a que o PIB per capita aumente.

IE ↓

- c) A crescente incorporação das FER reduzindo o consumo dos combustíveis fósseis
- Os EUA tornam-se exportadores líquidos de petróleo e gás natural com a revolução do "shale". EUA de novo grande "player" energético.
 - As emissões dos GEE continuarão a aumentar mas em desaceleração ao verificado nas últimas décadas sendo a China o maior emissor em 20140.
 - **Em termos de energia final, crescente importância da electrificação e da gaseificação.**

III - UNIÃO EUROPEIA E A ENERGIA

- **Na União Europeia** a política **energética** tem sido apenas um **subproduto** **duma política ambiental irrealista e destruidora da competitividade das empresas.**
- A UE é responsável apenas por 11% do CO₂ emitido a nível mundial mas quer liderar no Mundo a descarbonização.
- A Europa e o Japão são os blocos económicos com preços de energia mais elevados.
- Se no passado, a energia foi sujeita a uma deslocalização industrial para os países emergentes pelo preço do factor trabalho, hoje sofrem essa ameaça para os EUA e países emergentes devido aos preços da energia.

IV - A ENERGIA EM PORTUGAL

- O custo da eletricidade por Kwh é superior à média da UE – 28
- Logo **a seguir à Alemanha, Portugal é o país da União Europeia que tem os preços mais elevados da electricidade de acordo com os dados divulgados pelo Eurostat.**
- Os números do gabinete de estatísticas de Bruxelas mostram que, em termos de paridade de poder de compra, e por comparação com o preço de outros bens de consumo, Alemanha, **Portugal**, Bélgica, Roménia e Polónia são **os países onde os consumidores mais pagam pela luz ao final do mês.** No extremo oposto estão os países como a Finlândia, Luxemburgo e Holanda.
- **De notar que a Alemanha não gerou défices tarifários como nós. Por isso em PT os preços aparecem artificialmente reduzidos mas essa generosidade dos défices tarifários vamos pagá-la nos anos seguintes com juros na amortização da dívida tarifária!**
- Os custos elevados dos combustíveis agravam o diferencial dos preços em relação à Espanha.
- “FACE AOS OBJECTIVOS ESTABELECIDOS PARA 2020, PORTUGAL JÁ ATINGIU O OBJECTIVO DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES E ESTÁ EM LINHA PARA ATINGIR OS OBJECTIVOS DE RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA” (EDP Energy Outlook 2017)

V - PETRÓLEO E TRANSPORTES (I)

O Programa do Governo: Ferrovia 1900!

- Estamos numa transição energética em que o petróleo vê reduzida a sua importância.
- Como já não se queima petróleo para a produção de eletricidade nos países desenvolvidos, **a grande questão será então reduzir a sua utilização no sector dos transportes**, reservando-o para aplicações industriais mais nobres.
- Neste contexto **a UE privilegia os modos ferroviário e marítimo para o transporte de mercadorias a longa distância**, incentivando a construção de Novos Corredores Ferroviários Europeus, RTE-T (CEF) e disponibilizando volumosos recursos para esses investimentos.
- **É fácil de perceber que o actual modo rodoviário de transporte de mercadorias de Portugal para a Europa está condenado por razões ambientais e energéticas e por saturação das autoestradas europeias. E a quota de mercado do transporte ferroviário em Portugal é das mais baixas da Europa (6.1%)**
- Quando a Espanha tiver completado a sua rede básica em bitola europeia, assegurando a interoperabilidade com a rede francesa, vai impor fortes restrições nas rodovias de ligação a França, o que será altamente penalizador, para não dizer proibitivo, para o transporte rodoviário de Portugal para a Europa.

V - PETRÓLEO E TRANSPORTES (II)

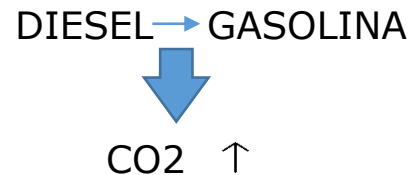
- **Portugal (que exporta 70% das suas mercadorias para a UE) deveria então acompanhar a Espanha na construção de linhas de bitola europeia para se ligar à rede europeia.**
- **Infelizmente, Portugal, quando se fala de transportes e de energia só se pensa em energias renováveis e nos veículos eléctricos e não nas mudanças para os modos marítimo e ferroviário.**
- Como já explicado, já não queimamos petróleo em Portugal para produzir electricidade.
- E no actual estado de tecnologia, o modo eléctrico, por limitações de autonomia das baterias, é uma solução interessante para a mobilidade urbana, mas não para o transporte de mercadorias de médio-longo curso, havendo sérias dúvidas sobre a sua competitividade para o transporte de mercadorias mesmo que a autonomia aumentasse.
- Os modos ferroviário e marítimo é que permitem a redução drástica do consumo de combustíveis fósseis, assegurando a tracção eléctrica na ferrovia a não utilização do petróleo.
- **Infelizmente, Portugal não se preparou atempadamente para a bitola europeia, ficando dependente dos “portos secos” de Vigo, Salamanca e Badajoz em Espanha e das vias marítima e rodoviária.**

V - PETRÓLEO E TRANSPORTES (III)

- **Pegar em linhas de via única com elevados pendentes e traçados obsoletos e querer transformá-las em linhas modernas de transporte de mercadorias é como pegar numa estrada nacional e querer transformá-la numa moderna auto-estrada!**
- Vão-se assim gastar volumosos recursos financeiros para fazer remendos em linhas do século XIX. Já vimos o que aconteceu com tal solução na linha do Norte!
- **Num momento em que a mudança nos transportes de médio-longo curso está a ser da rodovia para a ferrovia por alteração do paradigma energético, Portugal ficará em contra-ciclo com a Europa com uma das mais modernas redes de autoestradas a coexistir com uma das mais centenárias e obsoletas redes ferroviárias. Mesmo que se vier a ter a bitola europeia, tal será feito sobre essas linhas centenárias!**
- É isso que o governo se prepara para fazer no que eu chamo o Programa Ferrovia 1900!

VI - VEÍCULOS ELÉCTRICOS (VE) (II)

- Neste momento, o ataque aos motores diesel está a desviar a procura para motores a gasolina, menos eficientes que os diesel, o que leva a um aumento de CO2!



- Os motores a gasolina aparecem assim como a solução de transição enquanto o VE não é massificado

VEÍCULO ELÉCTRICO A BATERIA

- Forte emissão de CO2 na construção e reciclagem das baterias



- VE não é o "0" emissões em termos de ciclo de vida completa do equipamento! Estamos pois num caso de publicidade enganosa! De acordo com o ciclo de vida o carro eléctrico também emite CO2
- O VE também suja, suja é de forma diferente...
- O VE é muito útil a nível do ambiente local evitando emissões de NOx mas a nível do ambiente global o VE também emite CO2!

VI - VEÍCULOS ELÉCTRICOS (VE) (III)

CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DAS BATERIAS é ainda um factor limitativo do uso do VE para além da utilização em meio urbano.

PILHAS DE COMBUSTÍVEL E ECONOMIA DO HIDROGÉNIO

- Hidrogénio não é uma energia primária. Terá de ser obtida por electrólise da água



Fontes de energia com baixos custos variáveis: Nuclear e Renováveis


Pilha de combustível – inverso da electrolise

H + O (na pilha) → Electricidade + Água

O PROBLEMA DAS ESTAÇÕES DE CARREGAMENTO ainda se põe para o VE a bateria e vai pôr-se também para o VE a hidrogénio.

VI - VEÍCULOS ELÉCTRICOS (VE) (IV)

GÁS NATURAL VEICULAR (GNV)?

- O gás natural é de facto um combustível de transição.
 - Nos transportes poderia ser uma hipótese e seria preciso comparar as emissões de CO2 com as do VE
 - A questão não é só a mudança do VCI → VE
 - **Também assistimos à mudança de veículo proprietário para o veículo partilhado** (Shared economy)
 - Em Madrid a Mercedes não vende SMARTS, aluga SMARTS através da empresa CAR2GO
- 
- MUDANÇAS NO MODELO DE NEGÓCIO

VII - NOVAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL EM PORTUGAL (NFER) – EÓLICA E SOLAR

Comecei este processo com o DL 189/88 de 27 de Maio:

- abrindo a produção eléctrica ao sector privado, acabando com o monopólio da EDP na produção
- As NFER (já tínhamos a hidroeletricidade como grande fonte renovável desde os tempos do Prof Ferreira Dias) começaram com as chamadas minihídricas (até 10MW). O processo foi continuado com a biomassa, eólica e solar.

TENHO POIS, AUTORIDADE POLÍTICA, MORAL E TÉCNICA PARA CRITICAR A MONSTRO ELÉCTRICO CRIADO!

- Portugal, **que tem emissões de CO2 e consumos de energia per capita dos mais baixos da UE, tem sido vítima duma política excessiva e fundamentalista de penetração das renováveis intermitentes.**
- Tal começou no governo Guterres que se esqueceu que a hidroelectricidade já nos dava uma forte contribuição renovável.
- Agravou-se muito no governo Sócrates que se esqueceu que já havia muita potência contratada (através dos CAE e CMEC) que assegurava o pagamento dos custos fixos de centrais que passaram a trabalhar agora em apoio às intermitentes, tendo começado a instalar capacidade eólica em duplicação a essa potência existente coberta pelos CAE e CMEC.
- Chegou-se a falar em 8000MW!
- Ficou-se pelo exagero dos 5090MW

VIII - O MONSTRO ELÉCTRICO EM PORTUGAL (I)

- Ponta de consumo – 8 500MW
- Potência instalada em 2017 **19 800 MW**

Hídrica	7 193 MW
Eólica	5 090 "
Gás Natural	4 607 "
Carvão	1 756 "
Biomassa	623 MW
Solar	490MW
Não Renováveis	32%
Renováveis	68%

Fonte: REN

VIII - O MONSTRO ELÉCTRICO EM PORTUGAL (II)

Ponta de consumo - 8 500MW

Potência instalada - 19 800MW

Ponta de vazio - 3 500 MW

Eólica - 5 090 MW

(De noite há vento e excesso de energia paga a cerca de 90€/MWh e “exportada” para Espanha a preço zero!)

Potência instalada tem subido enquanto que os consumos se mantêm estagnados



Utilização média da potência instalada em queda!

Quanto mais Potência no sistema, maior a queda será



Brutal capacidade instalada ociosa



Brutais custos de capital a serem pagos pelo consumidor

VIII - O MONSTRO ELÉCTRICO EM PORTUGAL (III)

Em 10 anos os CIEG passaram de 500 Milhões de euros para 2 500 Milhões de euros com o consumo estagnado!

Dívida tarifária chegou a 5 000 milhões de euros
(uma CGD!)

Contributo das Fontes de Energia Renovável no Consumo Final Bruto de Energia em 2020

UE 28 = 20%

PT = 31%!

Emissões de CO2

PT - 1.5% da UE!

- 1.4% da UE no sistema energético

IX - O MERCADO GROSSISTA E AS RENOVÁVEIS INTERMITENTES (I)

Vejam os a seguinte função de lucro duma empresa

$$L(Q) = R(Q) - CF - CV(Q)$$

Em que:

Q – quantidade vendida

L – Lucro

R – Receita das vendas

CV – Custos variáveis

CF – Custos fixos

O lucro máximo (otimização do lucro) será obtido para a quantidade Q_M em que a derivada do lucro em relação à quantidade é igual a zero.

IX - O MERCADO GROSSISTA E AS RENOVÁVEIS INTERMITENTES (II)

Virá então

$$\frac{d L(Q)}{dq} = \frac{d R(Q_M)}{dq} - \frac{d CV(Q_M)}{dq} = 0$$

Pois que a derivados dos custos fixos (que não dependem da quantidade vendida) em relação à quantidade é zero

$$\frac{d R(Q_M)}{dQ} = \frac{d CV(Q_m)}{dQ}$$

$$Rm(Q_M) = CV_m(Q_M)$$

Em que

$$Rm(Q_M) = \text{Receita Marginal} = \frac{dR(Q_M)}{dq}$$

$$CV_m(Q_M) = \text{CustoVariável Marginal} = \frac{dCV(Q_M)}{dq}$$

IX - O MERCADO GROSSISTA E AS RENOVÁVEIS INTERMITENTES (III)

Desta equação tiram-se as seguintes conclusões:

- O **lucro máximo** é obtido para a quantidade em que a **receita marginal é igual ao custo variável marginal**
- **este raciocínio marginalista esquece os custos fixos** e portanto quando estamos na operação estamos a tentar otimizar a situação entrando apenas em conta com as **receitas** e os **custos variáveis**.
- Devemos obviamente não esquecer os custos fixos quando estamos a pensar ex-ante no investimento no activo (em que criamos capacidade instalada) e em que temos de entrar com os custos fixos e variáveis para calcular / estimar o ponto morto ("break-even point - BEP), ponto a partir da qual a receita excede os custos totais e passemos a ter lucro.
- Mas em operação os custos físicos são afundados ("sunk costs")
- **então na operação o que é relevante é ver em que medida a Margem de Contribuição (MC = Receita de Vendas - Custos Variáveis ligados às vendas") - permite recuperar total ou parcialmente os custos fixos.**
- É nesta lógica que as centrais eléctricas fazem as suas ofertas na componente diária do mercado grossista do Mercado Ibérico da Electricidade, através de preços alinhados com os custos variáveis. Vão entrando no mercado por ordem crescente desses custos e a última a entrar (central marginal) vai equilibrar a oferta com a procura nesse momento, fixando o preço.

IX - O MERCADO GROSSISTA E AS RENOVÁVEIS INTERMITENTES (IV)

- Na rede portuguesa temos as seguintes tecnologias de produção: Renováveis Intermitentes e biomassa na Produção em Regime Especial (PRE), carvão, hidroeletricidade, ciclo combinado a gás natural.
- As intermitentes da PRE têm a sua energia colocada em primeiro lugar e por isso oferecem no mercado diário um preço instrumental de 0€/MWh. Se toda a procura for coberta por essa PRE, a central marginal será essa PRE e o preço no mercado diário será zero. Fazem assim baixar o preço médio do mercado grossista, mas então porque é que o preço não baixa para o “pobre consumidor”?
- Acontece que a produção da PRE vai sempre ser vendida à rede a um preço fixo (cerca de 90€/MWh em média para a eólica, a mais relevante da PRE) e então na nossa factura eléctrica aparecem duas componentes: a energia facturada ao preço do mercado diário grossista; um sobrecusto que aparece nos Custos de Interesse Económico Geral (CIEG) integrados na Tarifa de Acesso à Rede, e que é a diferença entre o valor pago aos produtores (os tais 90€/MWh na eólica) e a tal parcela de energia faturada ao preço do mercado diário. **Assim quanto mais baixo o preço no mercado, mais pagamos nos CIEG por essa energia renovável que consumimos!**
- É claro que a PRE tira espaço às centrais de Produção em Regime Ordinário (PRO) que vão trabalhar poucas horas, compensando a intermitência das renováveis, e com preços no mercado que não lhes permitem gerar margens de contribuição que paguem os custos fixos. Estes vão ser cobertos pelos esquemas de compensação CAE, CMEC e Garantias de Potência para as que entraram em mercado livre sem CAE e CMEC, esquemas que também pagamos nos CIEG. No fundo, um “cocktail” explosivo para o consumidor que paga preços elevados na PRE e ainda essas ajudas à PRO para apoio à PRE!

IX - O MERCADO GROSSISTA E AS RENOVÁVEIS INTERMITENTES (V)

- **As novas fotovoltaicas, para entrarem em mercado spot** como o Secretário de Estado da Energia promete, vão ter o mesmo problema da PRO não gerando margem de contribuição para pagar os custos fixos!
- Como não terão os esquemas CAE, CMEC e Garantias de Potência para lhes amortizar os custos fixos, só conseguirão ser rentabilizados se conseguirem contratações bilaterais (CAE) com grandes consumidores ou comercializadores que, mesmo com preço baixo, assegurem num prazo de 10 anos soluções do tipo project finance.
- Mas como não há reforço das interligações entre Espanha e França vão ter dificuldades em venderem essa nova energia fotovoltaica para o Centro da Europa!
- **Como se diz em Economia Industrial o excesso eólico de capacidade instalada constitui agora uma barreira à entrada na rede desses novos investimentos fotovoltaicos!**
- É por isso que promotores desses investimentos, não tendo esses contratos bilaterais, estarão a ter dificuldades em obterem financiamento bancário para avançarem com os investimentos e já estarão a fazer pressão sobre o Secretário de Estado da Energia, que apareceu encantado com tais projectos... para lhes dar um Seguro à Produção, forma dissimulada de se falar de novo em tarifas "feed-in" para venderem à rede uma energia que não necessitamos!!!
- Trata-se pois duma energia que os consumidores ligados à rede não necessitam mas no mínimo vão ter de pagar os investimentos na Rede de Transporte para permitir a ligação dessas novas centrais fotovoltaicas à Rede!!!
- Continuaremos pois nas fantasias do Monstro Elétrico.

X - RENDAS EXCESSIVAS E CUSTOS DE CAPITAL (I)

O povo dizia que Deus Nosso Senhor nos tinha dado a água mas não nos canos!



O vento e o sol são grátis mas as máquinas que os transformam em eletricidade implicam custos de capital a serem pagos pelos consumidores



Passemos para **um novo paradigma em que os custos variáveis de produção são muito baixos** (apenas os custos de Operação e Manutenção – O&M) **mas em que pagamos os custos de capital.**

Os custos de capital devem então estar alinhados com o valor Médio Ponderado entre os Custos de Oportunidade dos Capitais Próprios e os Custos de financiamento dos Capitais Alheios.

De notar que o Custo de Oportunidade dos Capitais Próprios já inclui a remuneração adequada desses capitais face aos riscos que se corre no negócio.

O mesmo acontece com os custos dos capitais alheios em que a taxa de juro dos financiamentos já inclui um spread adequado aos riscos.

Assim sendo a remuneração adequada dos capitais empatados no sistema eletroprodutos português deveria estar alinhados com os respectivos WACC.

X - RENDAS EXCESSIVAS E CUSTOS DE CAPITAL (II)

O problema é que, de acordo com o estudo mandado fazer pelo então SEE Henrique Gomes, na Produção em Regime Especial (PRE) das Renováveis Intermitentes e nos CMEC da EDP que cobrem os custos fixos das suas centrais de Produção em Regime Ordinário (PRO) as rendibilidades obtidas serão superiores aos WACC!



RENDAS EXCESSIVAS



O consumidor português paga pela brutal capacidade instalada na PRE e na Produção em Regime Ordinário (através dos CMEC) custos de capital exorbitantes e excessivos!!