

VE actualmente no mercado e custos de utilização



Coimbra, 21 de junho de 2012

Joaquim Delgado
jdelgado@estv.ipv.pt

Tópicos a abordar

1ª Parte

- Breve história do automóvel elétrico
- Os VE do final do séc. XX
- Novos players no séc. XXI e reação dos fabricantes instalados.

2ª Parte

- Arquiteturas dos VE.
- Performance, autonomia e garantias dos novos produtos.
- Abastecimento e impacto no diagrama de carga.
- Impactes ambientais.
- Custos de utilização.
- Taxas de penetração.

J. Delgado - 2012

2/34

1ª Parte – O veículo elétrico

Breve história do automóvel elétrico

- A descoberta da bateria em 1800 e do motor eléctrico em 1830 são anteriores à do motor de combustão interna (MCI) que ocorreu só em 1885.
- Este facto levou a que os primeiros veículos (auto)móveis fossem elétricos (Moses Fanner em 1847).
- Entre 1890 e 1938, foram produzidos nos EUA mais de 100.000 veículos elétricos (VE) por 33 empresas, com o pico em 1912 (34.000 unidades).
- Em 1915, já com modelos a gasolina no mercado, o VE da *Detroit Electric* era noticiado como a “Best buy” – melhor opção de compra.
- O sucesso inicial deveu-se ao facto de só haver eletricidade disponível e estradas pavimentadas nas áreas urbanas, curtas distâncias a percorrer e a circulação ser realizada a baixa velocidade.
- Segurança, facilidade de condução, baixo ruído, baixa vibração, pouca manutenção e elevada fiabilidade constituíam os fatores de decisão de compra do VE.

J. Delgado - 2012

3/34

Alguns dos primeiros VE



1884 – De Thomas Parker - UK.



1900 – (Waldmar Jungner) Uppsala, Suécia, auton. de 150 km.



1899 - La Jamais Contente 100km/hora.



1900 - Porsche na Feira Mundial de Paris.

J. Delgado - 2012

4/34

Razões para o abandono do VE

- Falta de eletricidade nas zonas rurais, construção de estradas entre cidades, descoberta de petróleo na Pensilvânia e melhorias introduzidas no MCI que permitiam maior autonomia e custos competitivos.
- **Ironicamente** é com o uso de um motor elétrico e uma bateria (arranque elétrico) no MCI que, em 1912, é dado um grande salto na utilidade da tecnologia de combustão.
- A partir de 1910, com o crude a cerca de **\$2 dólares** por barril (valor estável durante quase 60 anos) e a cooperação entre empresas dos sectores petrolífero e automóvel, a tecnologia com base no MCI alcança vantagens que induzem o coma nos VE.

J. Delgado - 2012

5/34

Os BEV do final do séc. XX



Impala EV1 da GM
1996-2003
130 km/h – aut. > 200 km.

Toyota RAV4 – EV
1997-2002
125 km/h – aut. 140 km.



J. Delgado - 2012

6/34

Novos players no séc. XXI

BEV

Híbrido Plug-In com extensor de autonomia

J. Delgado - 2012 7/34

Reação dos fabricantes instalados

J. Delgado - 2012 8/34

O que é um veículo elétrico?

1. Carroçaria/estrutura

2. Armazenamento de energia

3. Electrónica de potência

4. Propulsor (motor ou motores eléctricos)

J. Delgado - 2012 9/34

Arquitecturas de veículos no mercado

ICE
Combustão Interna

BEV
Elétrico Puro

HEV ou PHEV
Híbrido paralelo c/ Plug-In

PHEV
Híbrido série com extensor de autonomia e Plug-In

J. Delgado - 2012 10/34

Carroçaria (tendências)

- A evolução nas **carroçarias** conjugada com a melhoria das vias rodoviárias, permite hoje ter veículos com elevados níveis de segurança e conforto.
- Para alcançar maior eficiência os VE terão que ser otimizados ao nível da:
 - Diminuição do **peso** (menores dimensões e recurso a materiais mais leves);
 - Melhoria do **perfil aerodinâmico**;
 - Mitigação do **atrito de rolamento** através de novos tipos de rodas e de pneus;
 - Maximização da **conversão de energia eléctrica em energia mecânica** e
 - Maximização da **capacidade regenerativa**.

Aptera 2e, 3 rodas e Cx=0,15.

J. Delgado - 2012 11/34

Veículos eléctricos no mercado em 2012

Dimensões em análise:

- Performance.
- Autonomia.
- Garantias.
- Preço.
- Independência energética.
- Desmistificar ideias com base em factos.

J. Delgado - 2012 12/34

Nissan Leaf (BEV)



Bateria de Ião de Lítio de 24 kWh.
 Motor eléctrico de 80 kW.
 Autonomia > 160 km.
18 kWh para 100 Km.

J. Delgado - 2012 13/34


Chevrolet Volt (PHEV)



Híbrido série com extensor de autonomia com MCI.
 Bateria de Iões de Lítio Manganês, da LG Chem, 16 kWh.
 MCI a gasolina com 86 hp.
 Autonomia 40 a 80 km modo elétrico, > 500 km com extensor.

J. Delgado - 2012 14/34

TESLA S (BEV)



Veículo Elétrico Puro.
 Bateria de Iões de Lítio (40 kWh a 85 kWh).
 Garantia por 8 anos com quilometragem ilimitada
 Autonomia de 255 a 480 km.
 0 – 100 km/h em 4,4 segundos.

J. Delgado - 2012 15/34

Sistema propulsor do Tesla S



J. Delgado - 2012 16/34

Furtive eGT (BEV ou PHEV)



Elétrico puro ou híbrido série com extensor de autonomia com MCI.
 Bateria de Iões de Lítio, da Saft.
 Autonomia 287 km modo elétrico, 807 km com extensor.
 0 – 100 km/h em 3,5 segundos.

J. Delgado - 2012 17/34

Fisker (PHEV)



Híbrido série com extensor de autonomia com MCI.
 Propulsor elétrico com 204 hp.
 RE - MCI a gasolina (ou diesel) da BMW.
 Autonomia 70 km em modo elétrico, > 600 km com extensor.
 Vel. Máx. 200 km/h, 5,8 seg. 0-100 km/h.

J. Delgado - 2012 18/34


Coda (BEV)



Bateria de Ião de Lítio.
Autonomia de 200 km.
Vel. máx. 140 km/h.
Garantia da bateria – 10 anos ou 160.000 km.
Garantia dos sistema mecânico - 5 anos ou 100.000 km.

J. Delgado - 2012 19/34

RIMAC (BEV)



Potência: quatro motores elétricos com 1088 hp;
Binário Motor: 3800 N.m.
Capacidade da bateria: 92 kWh – Garantia de 10 anos.
Autonomia: 600 km.
Aceleração 0-100 km/h: 2,8 segundos;
Velocidade máx.: 305 km/h.

J. Delgado - 2012 20/34

Renault ZOE (BEV)



Bateria de Ião de Lítio de 22 kWh.
Motor eléctrico de 65 kW.
Autonomia 200 km, vel. máx. 135 km/h
Preço 21 KEuros + aluguer bateria.
Com sistema de recarga rápida em AC trifásico.

J. Delgado - 2012 21/34

Abastecimento...



Podem o automóvel separa-se do petróleo?

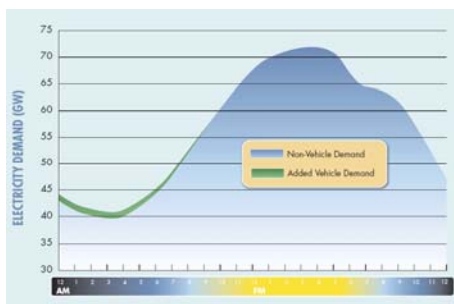
J. Delgado - 2012 22/34

Impacto energético/económico de 1 milhão de VE

- Admitindo 20% de VE em Portugal em 2025 (1.000.000);
- Circulação média de 15.000 km/ano por veículo;
- 20 KWh de eletricidade consumida por veículo e 100 km;
- Tal significaria um acréscimo no consumo de (20x150x1.000.000) **3 TWh anuais**.
- Representa cerca de 6% do consumo atual (50,5 TWh/ano em 2014).
- Redução de consumo de (7x150x1.000.000) **1050 milhões de litros** de combustível por ano (7 MBP – 7% consumo global – 106 MBP).
- Evitada a emissão anual de cerca de 2.5 milhões de toneladas de CO2.
- Opção perfeitamente enquadrável no sistema, uma vez que a **penetração será gradual** e está em expansão a capacidade de geração com fontes renováveis.
- **Só a produção eólica** em 2011 foi superior a **9 TWh**.
- **Impacto na nossa balança comercial seria muito positivo.**

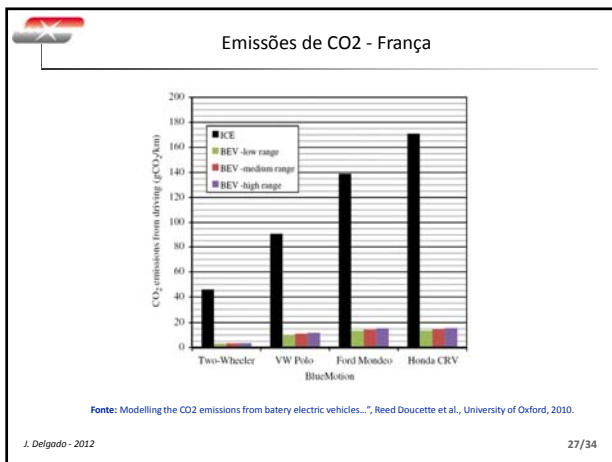
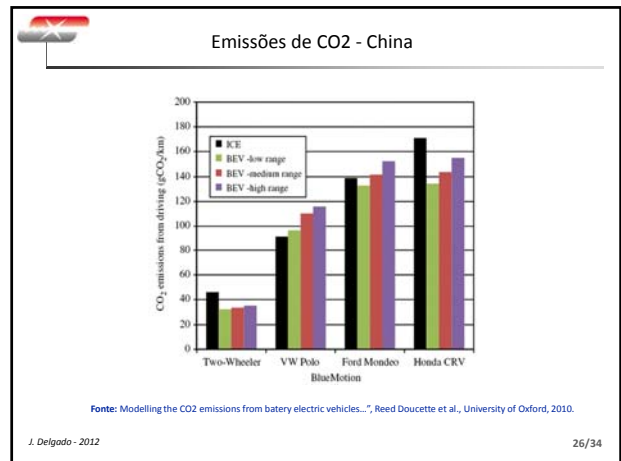
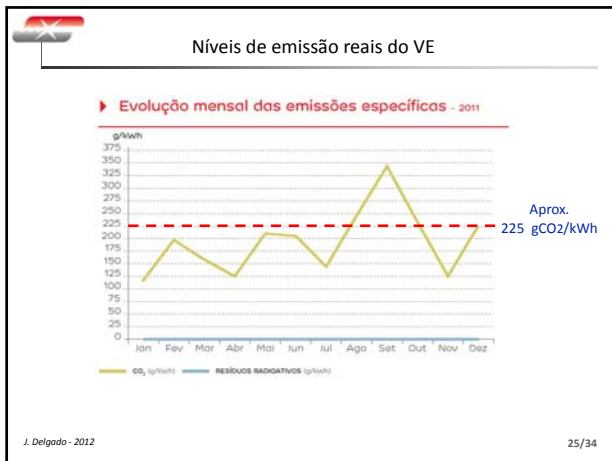
J. Delgado - 2012 23/34

Impacto no diagrama de carga



Mais informação na brochura do DME 2012.

J. Delgado - 2012 24/34



- ### Cálculos dos custos de utilização - pressupostos
- Separação dos **custos**
 - **Capital** (amortização + juros).
 - **Combustível** e/ou **eletricidade**
 - **MRT** (Manutenção, Reparação, Taxas e Seguros)
 - Veículos circulam em perímetro urbano.
 - 15.000 km por ano.
 - Proprietários têm acesso a infraestrutura de recarga.
 - Tempo de vida de 10 anos e depreciação de 10% ao ano.
 - Valor residual = zero para todos os veículos.
 - Veículos em estudo:
 - ICE - Golf 1.6 TDI,
 - ICE - Golf 1.4 TSI,
 - BEV - Nissan Leaf,
 - BEV - Smart EV,
 - HEV - Toyota Prius e
 - PHEV - Chevrolet Volt/Opel Ampera.
- Gasolina: 1,62 Euros / litro
 - Diesel: 1,42 Euros / litro
 - Eletricidade: 0,10 / kWh
 - Custo do capital 7% / ano
- J. Delgado - 2012 29/34

Dados sucintos das viaturas em análise

	ICE	ICE	BEV	BEV	BEV	HEV	PHEV
	Golf TDI	Golf TSI	Nissan Leaf	Smart EV	i-MIEV	Toyota Prius	Volt / Ampera
Aquisição	26.000	20.300	35.000	19.000	33.000	29.300	42.000
Bateria (kWh)	-	-	24	16,5	16	1,7	16
Autonomia	700+	700+	170	135	160	700+	80+ (500)
Peso	1290	1240	1520	870	1080	1500	1715

J. Delgado - 2012 30/34

Custos parcelares por ano (1º ano)

	Golf TDI	Golf TSI	Nissan Leaf	Smart EV	i-MIEV	Toyota Prius	Volt/Ampera
Aquisição	26.000	20.300	35.000	19.000	33.000	29.300	42.000
Amortização	2.600	2.030	3.500	1.900	3.300	2.930	4.200
Juros	1.729	1.350	2.327	1.263	2.194	1.948	2.793
Capital	4.329	3.380	5.827	3.163	5.494	4.878	6.993
Consumo /100 km	5,0	7,0	-	-	-	4	-
Consumo kWh/100 km	-	-	18	14	14	-	18
Combustível	1.065	1.701	270	210	210	972	270
Manutenção	150	130	143	130	170	100	170
Pneus	200	200	200	150	150	200	200
Seguros	250	250	250	250	250	250	250
IUC	200	200	-	-	-	200	200
Leasing bateria	-	-	-	720	-	-	-
MRT	800	780	593	1.250	570	750	820

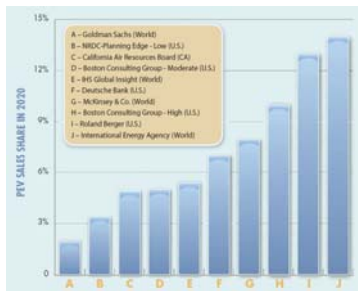
Tabela de síntese

	Golf TDI	Golf TSI	Nissan Leaf	Smart EV	i-MIEV	Toyota Prius	Volt/Ampera
Custo capital	4.329	3.380	5.827	3.163	5.494	4.878	6.993
Combustível	1.065	1.701	270	210	210	972	270
Custo MRT	800	780	593	1.250	570	750	820
Custo total/ano	6.194	5.861	6.690	4.623	6.274	6.600	8.083
Custo em Euros por 100 Km	41,29	39,07	44,60	30,82	41,82	44,00	53,88

- O uso de um VE em alternativa a um veículo com MCI pode **evitar** o consumo de 750 a 1050 (150x5 ou 150x7) litros de diesel ou gasolina por ano.
- Consumir energia de origem renovável – endógena – hoje excedentária.
- Evitar a importação de cerca de 8 barris de petróleo por ano e por veículo substituído.

Detalhes no estudo:
 "A sustainability assessment of electric vehicles as a personal mobility system",
 Publicação do ISR na revista Energy, Conversion and Management da ELSEVIER (Abril 2012).
<http://me.isr.uc.pt>

Taxas de penetração dos VE ...



Fonte: California, Plug-In Electric Vehicle Colaborative, 2010.



"O que é desejável e está certo nunca é impossível".
 H. Ford, 1909.