



A influência das soluções sustentáveis no design automóvel

Projecto SharE

André Magalhães Sá Camboa

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Design Industrial Tecnológico

Covilhã, 2009

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
FACULDADE DE ENGENHARIA
Departamento de Engenharia Electromecânica

A influência das soluções sustentáveis no design automóvel
Projecto SharE

André Magalhães Sá Camboa

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Design Industrial Tecnológico

Júri:

Professor Doutor Denis Alves Coelho (Orientador) - UBI

Professor Doutor Francisco Tiago Antunes de Paiva (Arguente) - UBI

Professora Doutora Ana Margarida Ferreira – IADE, Escola Superior de Design

Professor Doutor Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo - UBI

Professor Doutor José Carlos Páscoa Marques - UBI

*“There is no other area where you have to mix things like technology
and aesthetics, ego, culture and popular taste”*

Por: Patrick Le Qument
Senior Vice President of Corporate Design Renault

Agradecimentos

A elaboração desta dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Design Industrial Tecnológico é não só um objectivo académico mas também um objectivo pessoal, pelo facto de abordar um tema do meu interesse intelectual, e que acalento desde criança. A elaboração desta dissertação foi possível devido ao apoio de certas pessoas, às quais gostaria de agradecer:

Gostaria de agradecer ao meu orientador Professor Doutor Denis Alves Coelho pela constante disponibilidade que prestou nas frequentes e longas reuniões de auxílio à elaboração desta dissertação. Gostaria de agradecer também pelo facto de se mostrar disponível estando nos EUA, ou mesmo estando de férias em Agosto.

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor José Carlos Páscoa Marques pela partilha de conhecimentos de aerodinâmica automóvel.

Gostaria de agradecer a todos os professores da Universidade da Beira Interior que acompanharam o meu percurso académico nesta instituição de ensino.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Fernando Camboa e Carmen Magalhães e à minha namorada Liliana Alves por toda a atenção e apoio dedicado.

Gostaria de agradecer aos meus amigos, João Figueiredo, Adriano Pereira, Hugo Gonçalves, João Ferreira e aos meus primos Manuel Ferreira e Denise Ferreira por todo o apoio prestado.

Resumo

Esta dissertação incide sobre o tema da influência no design automóvel da necessidade de o transformar num produto ambientalmente mais sustentável.

Apresenta-se nesta dissertação uma pesquisa sobre a história das várias tendências que o moldaram e sobre os seus constituintes, no que concerne às tecnologias de motorização. Esta pesquisa ajuda-nos a compreender melhor como o design dos automóveis se relaciona com as soluções tecnológicas nele inseridas. De modo a aprofundar e a desenvolver a compreensão elucidada pela pesquisa, realizou-se um estudo exploratório, que consta da elaboração de vários esboços de veículos produzidos na segunda metade do século XX, incorporando as tecnologias de origem e outras diferentes. Desenhou-se os veículos seleccionados com as motorizações de origem e redesenhou-se os mesmos contendo motorizações que utilizam fontes de energia mais ecológicas do que os combustíveis fósseis. Fez-se assim uma análise fundamentada da interacção das motorizações com o design automóvel, evidenciando as possibilidades inerentes ao uso de tecnologias que constituem alternativa às mais usadas actualmente.

Apresenta-se ainda uma solução de um automóvel e da sua infraestrutura de suporte que oferece uma antevisão daquilo que o futuro próximo nos poderá reservar. O projecto SharE© materializa uma solução ambientalmente sustentável aliada à tecnologia de substituição rápida de baterias. Este evidencia a influência no design do automóvel, e na infra-estrutura de apoio à sua utilização, de uma solução potencialmente suscitadora de uma mais rápida adopção massiva do veículo eléctrico, uma vez que endereça o principal entrave que se coloca a esta adopção – a ansiedade relativa à baixa autonomia e ao elevado tempo de recarga.

Palavras-chave: Design automóvel, Sustentabilidade Ambiental, Tecnologias, Influências no Design, Novo Paradigma.

Abstract

This Master thesis focuses on the theme of the influence upon car design brought by the urgency that necessitates transforming the automobile into a more environmentally sustainable product.

This Master thesis portrays a review of the various trends that shaped it and the systems that it entails, with specific attention given to motor technology. This sheds light upon the relationship between automobile design and the enabling technologies. With a view to deepen and develop this understanding further, a practical exploratory exercise was carried out centered upon sketches made, depicting several automobiles with their original enabling drive technologies and with different ones. The vehicles were sketched with their original motor technology and then redesigned with other motor technologies under the hood, which make use of energy sources that are more ecological than fossil fuels. In this regard, an analysis is brought forward, based on the depicted interaction of motor technologies with car design and emphasizing the possibilities enabled by the use of alternative technologies to the most used nowadays.

A solution for an automobile and its supporting infra-structure is also presented, providing a preview of what the close future might have in store. Project SharE© embeds an environmentally more sustainable solution allied to rapid swap battery technology. This emphasizes the influence upon automobile design, and upon its use support infrastructure, of a solution that is a potential enabler of a quicker massive adoption of the electric vehicle, since it addresses the main obstacle to its adoption – consumer anxiety brought by low autonomy and long recharge time.

Keywords: Car Design, Environmental Sustainability, Design Influences, Technologies, New Paradigm.

Índice Geral

Resumo	II
Abstract	III
Índice Geral	IV
Índice de figuras	VIII
Índice de imagens	IX
Índice de ilustrações	XI
Índice de tabelas	XII
Objectivos	XIII
Perguntas de investigação	XVI
Metodologia	XIX
Nota ao leitor	XXI
Introdução	1
Capítulo 1 Design Automóvel	3
1.1 - Nota Introdutória	4
1.2 – Perspectiva histórica	4
1.3 – Estilos do Design automóvel	7
1.3.1 - Pré-moderno	8
1.3.2 - Clássico	8
1.3.3 - Soft Shell	9
1.3.4 - Flow Shell	10
1.3.5 – Rocket	10

1.3.6 - New Line	11
1.3.7 – Barroco	11
1.3.8 - Edge Line	12
1.3.9 - Flow Line	13
1.3.10 - Wedge Line	13
1.3.11 - Novo Barroco	14
1.3.12 - Edge Box	14
1.3.13 – Gráfico	15
1.3.14 - Flow Box	15
1.3.15 – Retro	16
1.3.16 - New Edge Box	17
1.3.17 - Smooth Body	17
1.3.18 - Edge Body	18
1.3.19 - Carved Body	19
1.3.20 – Neoclássico	20
1.4 – Nota Conclusiva	20
Capítulo 2 A tecnologia do automóvel	23
2.1 – Nota Introdutória	24
2.2 – Os diferentes tipos de motores existentes	25
2.2.1 – Motor de combustão Interna	25
2.2.2 – Motor Híbrido (motor eléctrico e motor de combustão interna de gasolina)	27
2.2.2.1 – Toyota Prius	28
2.2.3 – Motor Eléctrico associado à Colheita no Veículo de Energia Fotovoltaica	29

2.2.4 – Motor Eléctrico	31
2.2.4.1 – Tesla Roadster	32
2.2.4.2 - Aptera 2e	33
2.2.5 – Célula de combustível (hidrogénio)	34
2.2.5.1 - GM Autonomy	35
2.3 – A tecnologia mais promissora	37
2.4 – Nota Conclusiva	40

Capítulo 3 Estudo exploratório da relação entre o design automóvel e as motorizações

3.1 – Nota Introdutória	45
3.2 – Redesenhando o passado	46
3.2.1 - Citroën DS	47
3.2.1.1 – Estudo do design do Citroën DS	48
3.2.1.2 - Comentário ao proposto redesign do Citroën DS	49
3.2.2 - Jaguar E-Type	50
3.2.2.1 – Estudo do design do Jaguar E-Type	51
3.2.2.2 - Comentário ao proposto redesign do Jaguar E-Type	52
3.2.3 Volkswagen Golf	53
3.2.3.1 – Estudo do design do Volkswagen Golf	54
3.2.3.2 - Comentário ao proposto redesign do Volkswagen Golf	55
3.2.4 - Ferrari Testarossa	56
3.2.4.1 – Estudo do design do Ferrari Testarossa	57
3.2.4.2 - Comentário ao proposto redesign do Ferrari Testarossa	58
3.2.5 - Audi TT	59
3.2.5.1 – Estudo do design do Audi TT	60

3.2.5.2 - Comentário ao proposto redesign do Audi TT	61
3.3 – Nota Conclusiva	62
Capítulo 4 Apresentação do projecto SharE	64
4.1- Nota Introdutória	65
4.2 - SharE©	68
4.2.1 – Baterias – Projecto SharE©	69
4.2.2 – Automóvel – Projecto SharE©	70
4.2.3 – Infra-estrutura de apoio – Projecto SharE©	76
4.3- Nota Conclusiva	81
Conclusão Final	84
Proposta para trabalhos futuros	86
Referências	88
Webgrafia	92
Anexos	

Índice de figuras

Figura 1 – Cronologia das tendências do design automóvel [3]. _____	7
Figura 2 – Relação conceptual entre os elementos chave do projecto SharE. _____	68

Índice de imagens

Imagem 1 – Venturi Astrolab de 2008	XIII
Imagem 2 – Tesla S de 2009	XIV
Imagem 3 – Oldsmobile de 1902	5
Imagem 4 – Ford T de 1908	5
Imagem 5 - Volkswagen Carocha de 1938	8
Imagem 6 - Cadillac Sixty-One Sedanet de 1948	9
Imagem 7 - Fiat 600 de 1955	9
Imagem 8 - Alfa Romeo Giulietta Sprint de 1954	10
Imagem 9 - Buick Le Sabre 1951	11
Imagem 10 - Lincoln Continental MK II de 1956	11
Imagem 11 - Cadillac Eldorado Biarritz de 1959	12
Imagem 12 - Pontiac Grand Prix Sport Coupe 1963	12
Imagem 13 - Rover P6 3500 de 1963	13
Imagem 14 - Lamborghini LP 500 Countach 1971	14
Imagem 15 - Mercury Marquis de 1971	14
Imagem 16 - Volkswagen Golf de 1974	15
Imagem 17 - Renault R18 Turbo de 1980	15
Imagem 18 - Toyota Previa de 1990	16
Imagem 19 - Volkswagen New Beetle de 1998	17
Imagem 20 - Ford Focus 1998	17
Imagem 21 - Audi TT 1998	18
Imagem 22 - Chrysler 300C de 2003	19
Imagem 23 - Renault Avantime 1999	19
Imagem 24 - Lância Thesis de 2002	20
Imagem 25 – Toyota Prius de 2004	28
Imagem 26 Tesla Roadster 2009	32
Imagem 27 - Aptera 2e de 2009	33
Imagem 28 – GM Autonomy de 2002	35

Imagem 29 – GM Autonomy Skateboard Chassis _____	36
Imagem 30- Citroën DS de 1954 _____	47
Imagem 31 - Jaguar E-Type de 1961 _____	50
Imagem 32 - Volkswagen Golf de 1974 _____	53
Imagem 33 - Ferrari Testarossa de 1984 _____	56
Imagem 34 - Audi TT de 1999 _____	59
Imagem 35 – Baterias do conceito SharE© _____	69
Imagem 36 - Baterias do conceito SharE© evidenciando a pega de tecido _____	70
Imagem 37 – Primeiro modelo automóvel SharE©. _____	71
Imagem 38 – Primeiro modelo automóvel SharE© evidenciando os problemas de aerodinâmica. _____	71
Imagem 39 - Segundo modelo automóvel SharE©. _____	72
Imagem 40 - Segundo modelo automóvel SharE© evidenciando o painel fotovoltaico	72
Imagem 41 - Automóvel SharE© evidenciando as aberturas do porta-bagagem, do módulo das baterias e do habitáculo. _____	74
Imagem 42 – Interior do automóvel SharE©. _____	74
Imagem 43 - Automóvel SharE© evidenciando o compartimento das baterias. _____	75
Imagem 44 – Estação de substituição rápida de baterias. _____	77
Imagem 45 – Estação, evidenciando o mecanismo de apoio à substituição. _____	78
Imagem 46 – 1º passo do método de substituição das baterias _____	79
Imagem 47 - 2º passo do método de substituição das baterias _____	79
Imagem 48 - 3º passo do método de substituição das baterias _____	80
Imagem 49 - 4º passo do método de substituição das baterias _____	80
Imagem 50 - 5º passo do método de substituição das baterias _____	81

Índice de ilustrações

Ilustração 1 - Design original do Citroën DS incorporando a tecnologia de origem	48
Ilustração 2 - Redesign proposto do Citroën DS incorporando a tecnologia de Célula de combustível de hidrogénio	48
Ilustração 3 – Design original do Jaguar E-Type incorporando a tecnologia de origem	51
Ilustração 4 – Redesign proposto do Jaguar E-Type incorporando a tecnologia Híbrida	51
Ilustração 5 - Design original do Volkswagen Golf incorporando a tecnologia de origem	54
Ilustração 6 - Redesign proposto do Volkswagen Golf incorporando a tecnologia Eléctrica Fotovoltaica	54
Ilustração 7 - Design original do Ferrari Testarossa incorporando a tecnologia de origem	57
Ilustração 8 - Redesign proposto do Ferrari Testarossa incorporando a tecnologia Eléctrica (<i>Plug-in</i>) com apenas 1 motor	57
Ilustração 9 - Design original do Audi TT incorporando a tecnologia de origem	60
Ilustração 10 - Redesign proposto do Audi TT incorporando a tecnologia Eléctrica (<i>Plug-in</i>) com 4 motores inseridos nas rodas	60
Ilustração 11 - Design do segundo modelo automóvel SharE© evidenciando os diversos elementos	73

Índice de tabelas

Tabela 1 - Os aspectos positivos e os aspectos negativos de cada tecnologia _____	43
Tabela 2 - Características do Citroën DS _____	48
Tabela 3 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Citroën DS _____	49
Tabela 4 - Características do Jaguar E-Type _____	50
Tabela 5 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Jaguar E-Type ____	51
Tabela 6 - Características do Volkswagen Golf _____	53
Tabela 7 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Volkswagen Golf _	54
Tabela 8 - Características do Ferrari Testarossa _____	56
Tabela 9 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Ferrari Testarossa	57
Tabela 10 - Características do Audi TT _____	59
Tabela 11 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Audi TT _____	60
Tabela 12 – Características do automóvel do projecto SharE© _____	73

Objectivos

Pretende-se com esta dissertação fazer um estudo sobre as novas tendências do design automóvel. Pretende-se também mostrar como o design automóvel pode ser influenciado pela busca de soluções ambientalmente mais sustentáveis. É um facto provado que os automóveis estão actualmente a sofrer uma grande alteração na sua estrutura, pelo facto de serem apontados como um dos principais causadores do fenómeno do aquecimento global, adoptando diferentes configurações de design e tecnologias mais ecológicas. Desta forma, pretende-se mostrar como estamos na eminência de uma alteração substancial ao nível do design dos automóveis, conduzida pela necessidade de se obter uma solução para os problemas ambientais

As inovações tecnológicas e os problemas ambientais actualmente existentes levam ao aparecimento de automóveis com características pouco convencionais. Por um lado, surge o Venturi Astrolab (ver imagem 1), que apresenta um design pouco convencional restringido pelos 2m² de células fotovoltaicas com a finalidade de proporcionar o transporte pessoal, de uma ou duas pessoas, livre de emissões de CO₂. Para além disso, este automóvel foi também concebido tendo em conta factores de autonomia, eficiência, peso e dinâmica [a].



Imagem 1 – Venturi Astrolab de 2008 [b].

Por outro lado, surge o Tesla S (ver imagem 2), que apresenta um design bastante convencional com uma carroçaria do tipo *Sedan* mas contendo características especiais improváveis de atribuir a um automóvel com motorização de

combustão interna. Este automóvel para além de possuir capacidade para sete lugares possui ainda dois porta-bagagens situados nos seus compartimentos traseiro e frontal [c].



Imagem 2 – Tesla S de 2009 [d].

Estes são dois exemplos de automóveis que surgem actualmente no mercado. Ambos contêm características inovadoras. Estas características estão de algum modo relacionadas com a tecnologia que estes automóveis incorporam. O Venturi Astrolab adopta uma tecnologia e um design que responde às necessidades vigentes de se construírem automóveis ambientalmente mais sustentáveis. Este veículo é leve e tem dois lugares em fila maximizando a eficiência e a aerodinâmica. Usa células fotovoltaicas para o carregamento das baterias que por sua vez alimentam o motor eléctrico [a]. O Venturi Astrolab é um automóvel que é alimentado por uma fonte renovável de energia pelo que é considerado um automóvel ambientalmente sustentável. O Tesla S é um automóvel eléctrico que possui um design mais convencional do que o Venturi Astrolab, adoptando deste modo, o estilo Sedan (três volumes)¹. Actualmente um automóvel com a carroçaria do tipo *Sedan* (três volumes) possui apenas capacidade para cinco lugares e um porta-bagagem, ao contrário do Tesla S que possui sete lugares e dois porta-bagagens.

As características de espaço que o Tesla S detém e as características de eficiência que o Venturi Astrolab possui, estão fortemente ligadas à tecnologia que ambos incorporam. Sendo estas tecnologias ambientalmente mais sustentáveis do que as dos automóveis convencionais, afigura-se interessante perceber as influências

¹ Três Volumes é a designação atribuída a um automóvel que possui uma carroçaria que é composta por três compartimentos essenciais: o compartimento do motor, o compartimento do habitáculo e o compartimento da traseira que contém o porta-bagagem.

que a adopção deste tipo de soluções poderá causar no design dos automóveis futuros.

Compreendamos que a temática “influências no design automóvel” pode ser algo positivo para o designer, dado que certas tecnologias, mais ecológicas, conduzem a características dimensionais e a características de forma diferentes das tecnologias dos automóveis actualmente presentes no mercado em larga escala. Isto quer dizer que certas tecnologias podem conferir maior liberdade no processo de design das carroçarias dos automóveis tal como podemos observar no exemplo do Tesla S. **Com esta dissertação pretende-se contribuir para a exposição e compreensão dos condicionamentos impostos pela tecnologia ao design dos automóveis, a partir dum ponto de vista centrado nas proporções e nas dimensões de veículos. Procurar-se-á alcançar e satisfazer este objectivo analisando a história e as tendências do design automóvel do passado, por um lado, e, por outro, compreendendo a influência no design automóvel da incorporação de tecnologias que o visam tornar ambientalmente sustentável.**

Tendo em conta a preocupação vigente de se encontrar soluções ambientalmente sustentáveis para os automóveis, afigura-se interessante apresentar uma solução ao nível conceptual de um automóvel que incorpore uma tecnologia amiga do ambiente. Assim, a adopção de uma nova tecnologia, por parte dos automóveis, implica alargar o estudo ao nível das fontes de energia e da infraestrutura de apoio ao automóvel. **Deste modo, o objectivo último desta dissertação é apresentar um automóvel que adopte elementos tecnológicos mais ecológicos do que os automóveis actuais de combustão interna, evidenciando um design que possa responder de forma simples e eficaz às necessidades prementes de se criar uma solução ambientalmente sustentável.**

Perguntas de investigação

Para dar seguimento aos objectivos desta dissertação foram criadas questões de investigação que incidem sobre os temas das tecnologias, da infraestrutura de apoio ao automóvel e do próprio automóvel, particularmente do seu design.

A implementação de novas soluções ambientalmente sustentáveis no mercado automóvel poderá levar a alterações ao nível do design dos automóveis, pelo que se pretende com esta dissertação responder à seguinte questão: **De que forma a procura por soluções ambientalmente sustentáveis influencia o design automóvel?**

Esta é a questão geral desta dissertação. Pretende-se responder a esta questão fazendo um levantamento do passado e do presente e uma antevisão do futuro caminho do design automóvel englobando os principais constituintes do automóvel, com ênfase nas tecnologias dos motores, dado que estes são parâmetros onde se pode interferir na sustentabilidade e por sua vez influenciar o design dos automóveis.

Dado que a mudança de paradigma do automóvel está a acontecer actualmente devido aos problemas ambientais, afigura-se interessante perguntar: **Como seriam os automóveis do passado caso a revolução energética e a problemática ambiental tivesse acontecido na segunda metade do século XX?**

Ao respondermos a esta questão, redesenhando de modo ensaístico o passado, tentaremos descobrir como seriam os automóveis do passado baseados em soluções ambientalmente sustentáveis. Este exercício mostra-nos, em particular, e hipoteticamente, como poderiam ser os automóveis da segunda metade do século XX, caso estes tivessem incorporado outro tipo de tecnologia de accionamento mais ecológica, ao mesmo tempo que nos poderá mostrar que existe uma relação condicionadora entre a tecnologia inserida nos automóveis e o seu design.

Devido ao facto de a busca de soluções ambientalmente sustentáveis incidir não só no design dos automóveis mas também na alteração das motorizações destes, será interessante perceber quais são as motorizações que possibilitam maior e menor flexibilidade ao design de automóveis?

Sendo esta dissertação um estudo sobre design e as tecnologias dos automóveis, esta questão terá a sua resposta nesta dissertação de forma ilustrada. Deste modo, podemos averiguar quais são os tipos de motorizações que conferem maior liberdade ao designer na fase de projecto.

Tendo em conta as influências da implementação de uma solução tecnológica mais promissora para, num futuro próximo, fazer parte do paradigma automóvel, colocamos a questão: **Como poderá ser um projecto de um automóvel inovador que utilize uma tecnologia ambientalmente mais sustentável?**

Esta questão levanta a necessidade de apresentar um projecto de um automóvel que incorpore uma tecnologia ambientalmente sustentável ao mesmo tempo que levanta a necessidade de darmos resposta às necessidades energéticas deste mesmo automóvel.

Atendendo às evidências indicadoras de que o automóvel com motorização eléctrica será o sucessor do automóvel movido por motor de combustão interna, para além das alterações no design do veículo que esta mudança de tecnologia possibilita, que impacto terá a tecnologia de baterias nos modelos paradigmáticos de infra-estrutura de apoio à utilização do automóvel conhecidos hoje em dia?

Tendo em conta desenvolvimentos recentes, com iniciativa do visionário Shai Agassi², e da sua organização Planet Better Place em colaboração com governos e fabricantes de automóveis, tudo aponta actualmente para que a taxa de adopção de veículos eléctricos dispare com a introdução do sistema de mudança rápida de baterias de modo a permitir obviar ao problema de reduzida autonomia e longo tempo de recarga. Esta novidade introduz a necessidade de uma nova infra-

² Shai Agassi – Fundador da empresa Planet Better Place. Uma empresa pioneira na criação de infra-estruturas de apoio à troca de baterias dos automóveis eléctricos.

estrutura desenhada para permitir a mudança rápida de baterias em rota, e, ou da conversão gradual da existente (para abastecimento de combustíveis fósseis). Assim, o projecto SharE© não é apenas um projecto de design automóvel mas também de design conceptual da infra-estrutura necessária ao seu sucesso e à sua rápida adopção pelos consumidores. Para além da proposta de design de um veículo apresentada, apresenta-se também um conceito alternativo ao proposto pela Better Place para a mudança rápida de baterias em rota, com vista a facilitar a sua mais rápida adopção em todos os países, incluindo os menos desenvolvidos. Esta solução visa a rapidez, a redução do investimento necessário para a criação da infra-estrutura e a redução da complexidade (e rigidez conceptual) do sistema de troca rápida de baterias, salvaguardando aspectos de segurança dos utilizadores e de ergonomia.

Metodologia

Para a elaboração desta dissertação foi efectuada uma pesquisa histórica, com a finalidade de conhecermos a evolução que o design automóvel tem sofrido até aos dias de hoje e para conhecermos a forma como este se adaptou aos diferentes avanços tecnológicos. Para além da pesquisa histórica, também foi feita uma pesquisa ao nível das tecnologias mais ecológicas (na área das motorizações e das fontes energéticas) de forma a compreendermos as potencialidades do uso de determinadas soluções ambientalmente sustentáveis na elaboração de um projecto de design automóvel.

O tema principal desta dissertação é a influência das soluções sustentáveis no design automóvel. Este tema requer a elaboração de um estudo sobre o aspecto e sobre a forma dos automóveis com a finalidade de se encontrarem relações entre o design automóvel e a implementação de soluções ambientalmente sustentáveis neste. Isto quer dizer que esta dissertação é um estudo sobre a realidade dum produto, sobre a sua estrutura, sobre os seus aspectos construtivos e dimensionais, dado que o automóvel é um produto alvo de constantes modificações com o objectivo de acompanhar as inovações tecnológicas emergentes e o mercado. Numa perspectiva de abordagem à investigação, considero que este trabalho se enquadra na abordagem de construção de artefactos (produtos) de acordo com o referencial de Pertti Järvinen [1], que tem como resultado o projecto de um novo produto e de aspectos fundamentais da infra-estrutura de apoio desejável para a sua rápida adopção.

É elaborado nesta dissertação um estudo que assenta na execução de redesign de alguns automóveis bastante disseminados do século XX, tendo para tal sido utilizada uma ferramenta informática de auxílio ao desenho gráfico, nomeadamente o Adobe Photoshop. Este software permite que, através do uso de diferentes camadas de desenho seja possível respeitar as linhas gerais dos automóveis originais seleccionados para o estudo, fazendo deste modo um esboço ilustrativo dos seus perfis. Respeitando as linhas iniciais destes automóveis foi-lhes inserido símbolos

gráficos, os quais representam os componentes do tipo de motorização que a sua carroçaria de origem esconde. Deste modo, foi-lhes ainda inserido numa segunda fase, símbolos ilustrativos de componentes de motorizações mais ecológicas de forma a compreendermos graficamente a diferença existente entre o uso de uma e de outra tecnologia. Com a introdução dos novos componentes nesta segunda fase, foi feito um novo perfil de forma a acomodá-los no mesmo local do esboço anterior respeitando também a linguagem estilística do automóvel. Este estudo mostra-nos de forma fundamentada que poderá existir uma relação entre a forma do automóvel e a tecnologia do accionamento.

O último capítulo desta dissertação apresenta uma solução de um veículo de transporte cujo design está intrinsecamente relacionado com a fonte de energia utilizada para o accionamento e com a infra-estrutura de suporte à utilização do veículo. Para a concretização deste projecto foi usada ao longo de aproximadamente 220 horas uma ferramenta informática de auxílio ao desenho tridimensional, nomeadamente o Rhinoceros 3D. Com o auxílio deste software foram criados: o automóvel, as baterias e a estação de troca de baterias. Com esta ferramenta informática foi também criada a sequência que ilustra o método de mudança rápida das baterias. Este método apresenta a vantagem de permitir uma mudança manual, que pode ser apoiada automaticamente ou não, com vista a permitir disseminar o sistema mais rapidamente, e inclusivamente em países de baixo nível de desenvolvimento económico, configurando-se numa solução cunhada para adopção planetária.

Nota ao leitor

Estamos em 2009, numa época de mudanças. A recessão económica e os problemas ambientais puseram em evidência a obsolência do paradigma de mobilidade pessoal vigente desde o início do século XX. O mercado reage de forma intempestiva, coexistindo no mesmo stand automóveis convencionais (com motor de combustão interna) e automóveis híbridos. Até à data da estampa desta dissertação saem para o mercado (dos E.U.A.) os primeiros veículos eléctricos de produção em serie do século XXI, nomeadamente: o Tesla Roadster e o Aptera 2e (ver descrições destes modelos nas subsecções 2.2.4.1 e 2.2.4.2). Deste modo, não será eficaz utilizar a demarcação do tempo (passado, futuro e presente) como forma de hermeticamente diferenciar os paradigmas da constituição do automóvel. Em todo o caso, e porque as promessas que o futuro encerra são ainda maiores do que o que já foi materializado no presente relativamente ao novo paradigma, convencionou-se para efeitos de estruturação desta dissertação, diferenciar entre dois paradigmas, referidos por paradigma actual e paradigma futuro. Quando nos referimos ao paradigma actual pretendemos significar aquele que actualmente tem ainda a maior taxa de adopção. O paradigma futuro, ainda que se vislumbre já no presente, encerra a promessa de substituir o actual, ultrapassando-o em taxa de adopção, e vindo a substituí-lo [2].

Sendo esta dissertação um estudo que relaciona design e tecnologia, houve a necessidade de apontar a pesquisa de alguma informação para o campo das novas tecnologias de comunicação pelo que foram explorados dois sites de base científica (www.howstuffworks.com e www.ted.com) que expõem a informação num formato audiovisual, cativante e eficaz. Deste modo dispõe-se de acesso à informação actual com maior facilidade.

Nesta dissertação segue-se o método de Vancouver para a referenciação, adoptando-se a numeração arábica para as referências bibliográficas de cariz científico impressas, ao passo que as referências da Internet, sobretudo imagens, listadas na webgrafia, são ordenadas por uma lista de referenciação alfabética.

Introdução

O automóvel foi o principal marco do progresso económico e social do século XX, unindo pessoas e moldando, através da infra-estrutura de suporte à utilização do mesmo, a paisagem através dos tempos. O automóvel atravessou vários ideais do design apresentando-se com os mais diversos estilos, os quais foram influenciados pela sociedade, pela cultura e até pela própria economia [3].

Actualmente, encontra-se em curso uma das maiores mudanças no mundo automóvel que vão transformar uma vez mais o seu ideal e o seu design, tal como aconteceu na década de 1970 com a crise petrolífera [3: p.66]. O automóvel tem sido apontado como um dos principais causadores do aquecimento global, tão falado nesta última década. Estão a surgir em todo o mundo medidas que visam tornar este produto ambientalmente mais sustentável e essas medidas afectam principalmente os fabricantes que por sua vez têm de arranjar soluções para tornar estes produtos mais ecológicos. Deste modo, a procura de soluções passa não só pela alteração dos parâmetros da sua produção como também pela alteração do seu design e da sua tecnologia, pela rentabilização do seu tempo de vida útil e, por fim, por um programa de desmantelamento e reciclagem [4].

A solução chave em vista é a incorporação no automóvel de novas tecnologias ambientalmente mais sustentáveis rompendo definitivamente com o uso das actuais que queimam combustíveis fósseis. Estas soluções trazem, não só, novos desafios ao design automóvel, como também, novas oportunidades. A actual tendência orienta-nos para o uso generalizado da energia eléctrica como meio de propulsão, a qual, emprega o uso de motores de dimensões reduzidas e menos componentes mecânicos do que os automóveis com motorizações de combustão interna. No entanto, este tipo de motorização carece de um maior espaço para armazenamento de energia. Porém, os avanços em curso na tecnologia dos materiais, e a descoberta de materiais de baixa densidade com capacidade de armazenamento de energia eléctrica, apresentam também uma promessa de a médio prazo se reduzir drasticamente o tamanho e o peso das baterias [5].

Existem também outros aspectos evidentes nesta época de mudanças que causam entraves à introdução de novas tecnologias e designs. A implementação de novas motorizações requer um investimento a nível global, tanto a nível industrial com vista à fabricação dos veículos, como a nível da infra-estrutura de suporte, incluindo a geração e a distribuição de energia, indo de encontro a uma solução que facilite o uso e o acesso à (re)nova(da) fonte de energia do automóvel [e].

A sustentabilidade é a palavra-chave neste momento, e esta, irá influenciar directa e indirectamente o design automóvel (ver conclusão final), podendo levar à origem de novos estilos rompendo deste modo, com os estilos do passado. Do passado, o automóvel aproveitará sobretudo a designação “automóvel”, havendo uma mudança eminente do paradigma vigente, que foi fixado no final do século XIX, mais concretamente por Daimler e Benz em 1886: o automóvel como um veículo com quatro rodas, guiado por um volante e movido por um motor de combustão interna.

Capítulo 1

O Design Automóvel

Este é um capítulo introdutório à temática do design automóvel e no qual é apresentada uma perspectiva histórica do design automóvel, referenciando o percurso estilístico pelo qual aquele tem vindo a passar.

Deste modo, com este capítulo, mostra-se a evolução do automóvel, permitindo sugerir elementos onde apoiar posteriormente a satisfação de um dos objectivos desta dissertação que incide na análise do passado procurando as primeiras evidências de alterações no design automóvel conduzidas pela implementação de soluções sustentáveis.

1.1 - Nota Introdutória

Este capítulo incide essencialmente na história do automóvel. Desta forma, sendo este o capítulo inicial desta dissertação é nele incluída uma perspectiva histórica não apenas com a intenção de enquadrar a temática desta dissertação, mas também, de forma a procurar as primeiras evidências de alterações do design dos automóveis conduzidas pela adopção de soluções que se revelem sustentáveis. Pretende-se desta forma conhecer quais as primeiras soluções introduzidas nos automóveis ao nível estético e ao nível tecnológico de forma a torná-lo num produto mais sustentável. Deste modo pretende-se elucidar, numa primeira fase e preliminarmente, respostas à questão principal desta dissertação, a qual procura identificar as influências no design automóvel provocadas pela necessidade de o tornar ambientalmente mais sustentável. Para isso, far-se-á uma breve descrição da historia do automóvel e dos estilos do design automóvel pelos quais este passou ao longo do século XX, procurando conhecer quais os factores que estiveram por detrás das suas várias alterações.

1.2 – Perspectiva histórica

O nascimento da era do veículo automóvel deu-se por volta de 1769 quando o engenheiro militar francês Nicholas Joseph Cugnot³ construiu um veículo a vapor para rebocar peças de artilharia. Contudo, a invenção do automóvel movido a gasolina atribui-se a Karl Benz⁴ e a Gottlieb Daimler⁵, por volta de 1886. Na década seguinte surgiram vários construtores de automóveis de nomes bastante conhecidos ainda nos dias de hoje, tais como: Ransom Olds⁶, Armand Peugeot⁷ e Henry Ford⁸ [6: p.1].

³ Nicholas Joseph Cugnot (1725-1804) - Inventor do primeiro veículo de estrada autopropulsionado em 1769.

⁴ Karl Benz (1844-1929) - Construtor do primeiro automóvel a gasolina do mundo em 1886.

⁵ Gottlieb Daimler (1834-1900) - Construtor do primeiro motociclo a gasolina em 1885.

⁶ Ransom Olds - Fundador da marca de automóveis Oldsmobile em 1896.

Os automóveis, nesta época eram produzidos totalmente à mão; no entanto, Ransom Olds deu início à produção em grande quantidade de um automóvel pequeno, de baixo peso e com um design muito simples inspirado nas carruagens de cavalos (ver imagem 3).



Imagem 3 – Oldsmobile de 1902 [f].

O Oldsmobile de 1902 foi o primeiro automóvel a ser vendido em grande quantidade tendo sido adoptado por um mercado menos massificado que o dos dias de hoje. “*Foram vendidos 600 destes automóveis em 1901, mas este número aumentou para 6500 no ano de 1905*” [7: p.66]. O feito de Olds foi grandioso, no entanto, este viria a ser superado, em 1908, pelo fabricante Henry Ford com o famosíssimo Modelo T [7: p.66] (ver imagem 4).



Imagem 4 – Ford T de 1908 [g].

Este automóvel era adequado a condições rudimentares e a sua produção em massa fazia dele um automóvel mais acessível a um público mais alargado, ao contrário do modelo de Ransom Olds que apenas era adequado a

⁷ Armand Peugeot - Fundador da marca de automóveis Peugeot em 1889.

⁸ Henry Ford - Fundador da Ford Motor Company 1903.

estradas de boa qualidade e a ambientes urbanos. O modelo T tornou-se imensamente popular e como resultado disso, Henry Ford e a sua equipa necessitaram de se ajustar de forma a criarem um método de produção que tornasse o fabrico deste automóvel mais fácil, mais rápido e mais acessível. Isto deu origem ao sistema de produção em série, o qual tinha como base uma linha de montagem⁹. Este método de fabrico proporcionava um grande volume de produção, na qual apenas se usavam peças estandardizadas numa linha de montagem onde os trabalhadores podiam ajustar-se à função que desempenhavam sem grande formação. Esta fórmula foi decisiva no aumento de produção e na diminuição do preço de venda [7: p.67].

A estandardização dos componentes usados na linha de montagem era necessária de forma a regularizar o processo de fabrico e o produto fabricado, alcançando, deste modo, maior quantidade de produção e um custo final do produto mais baixo. Porém, a sua implementação a longo prazo viria a criar o desinteresse dos consumidores que apelavam à novidade. Deste modo, Henry Ford percebeu que, por um lado, a produção em massa necessitava de estandardização para absorver a médio prazo o investimento realizado e por outro lado, o produto necessitava de rápidas alterações para suscitar o interesse dos consumidores. A união destes dois factores deu origem ao Styling que visava a realização de rápidas alterações ao nível estético sem condicionar a produção estandardizada, de forma a enfatizar a aparência dos automóveis, estimulando o interesse dos consumidores [7: p72].

O aparecimento do Styling alargou a apetência para a profissão de design industrial, que por sua vez levou à criação de departamentos de design onde os profissionais da área podiam trabalhar criando as mais variadas soluções estéticas que apelavam à curiosidade e ao interesse dos consumidores. Nomes como Harley Earl¹⁰ e Battista Farina¹¹ ficaram para a história como sendo os mais importantes

⁹ A linha de montagem era, à data, um método de produção em série no qual cada trabalhador apenas desempenha uma função em particular elaborando movimentos repetitivos construindo um produto ao longo de uma linha. Este método de fabrico requeria exclusivamente movimentos repetitivos e a utilização de peças estandardizadas.

¹⁰ Battista Farina (1893-1966) - Fundador da empresa de design automóvel Pininfarina em 1930.

¹¹ Harley Earl (1893-1969) - Foi o criador do ofício de design automóvel e também primeiro designer da General Motors.

impulsionadores do design automóvel, dando origem a uma nova era onde surgiriam as mais variadas tendências e estilos de design.

1.3 – Estilos do Design automóvel

O design automóvel ultrapassou ao longo do século XX os mais variados estilos e tendências. Desde o início da era do *Styling*, recorria a pequenas alterações estéticas nos automóveis para suscitar o interesse dos consumidores, também no decorrer do século XX surgiram outras necessidades que faziam com que os fabricantes dos automóveis recorressem ao design para se adaptarem às necessidades e às alterações sociais que iam surgindo. De forma a entendermos melhor as tendências do design pelas quais os automóveis passaram ao longo do século XX (ver figura 1), são enumeradas nesta secção os aspectos gerais de cada tendência. A cronologia histórica a seguir apresentada é baseada na obra de Paolo Tumminelli [3] traduzida por um professor português [8] e adaptada pelo autor desta dissertação.

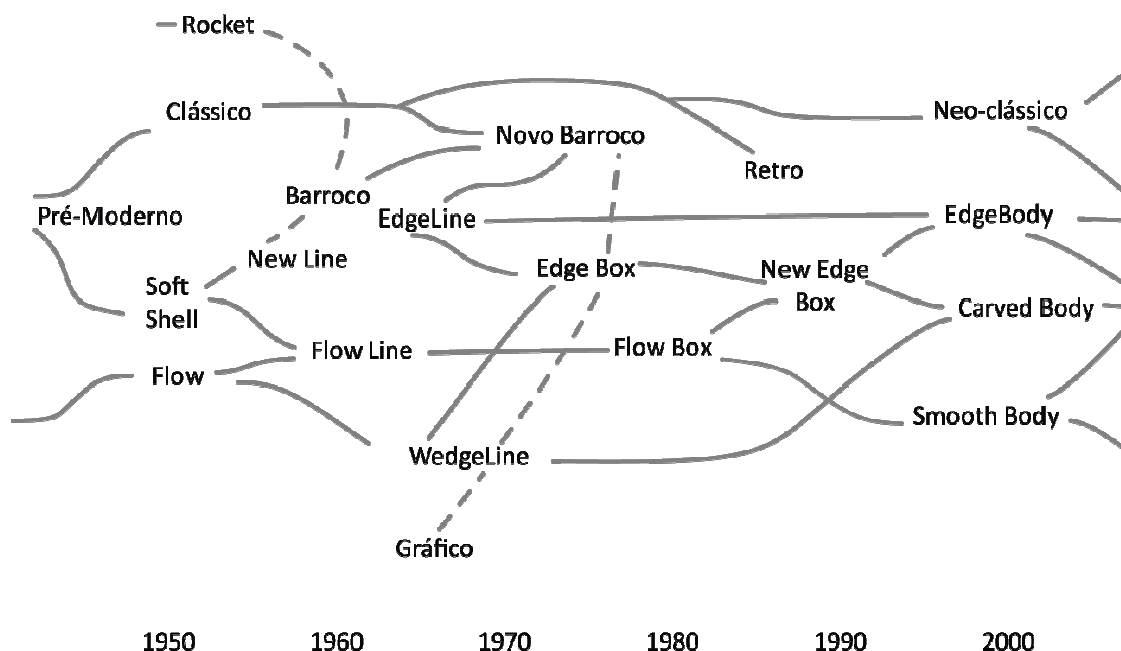


Figura 1 – Cronologia das tendências do design automóvel [3].

1.3.1 - Pré-moderno

Os automóveis do período anterior à Segunda Guerra Mundial eram constituídos por uma combinação de diferentes componentes claramente identificáveis tais como o compartimento do motor, os faróis, os pára-choques e a cabina dos passageiros, que por sua vez incorporava uma bagageira de pequenas dimensões. As proporções destes automóveis são admiráveis, sendo modeladas verticalmente, apresentando-se relativamente compridos e esguios. Este tipo de carroçarias foi gradualmente afastado do mercado como consequência da evolução estilística [3: p.22]. O Volkswagen Carocha¹² é um exemplo deste estilo (ver imagem 5).



Imagem 5 - Volkswagen Carocha de 1938 [h].

1.3.2 - Clássico

Para muitos fabricantes, as experiências de design automóvel da época do pós-guerra não ofereciam novas alternativas à configuração classicamente bela do automóvel. As curvas do estilo clássico do guarda-lamas continuavam visíveis, o radiador vertical partilhava o compartimento do motor e a traseira possuía um design pouco desenvolvido.

As proporções no estilo clássico assemelhavam-se às dos carros do período precedente à Segunda Guerra Mundial: longos e altos. Este design muito expressivo é visto como um exemplo de elegância intemporal, quer num automóvel familiar quer num desportivo. Só na década de 1960 é que o design clássico de

¹² O VW Carocha e o Citroën Diana 2CV são exceções ao afastamento gradual referido, mantendo-se no mercado devido aos seus atractivos para as pessoas menos endinheiradas e mais racionais.

automóveis adoptou uma abordagem mais moderna [3: p.26]. O Cadillac Sixty-One Sedanet é um exemplo deste estilo (ver imagem 6).



Imagem 6 - Cadillac Sixty-One Sedanet de 1948 [i].

1.3.3 - Soft Shell

Também na década de 1950, a integração de componentes no automóvel levou ao surgimento do estilo Soft Shell. As formas redondas e fluidas, conjugadas com as linhas horizontais não quebradas entre os pára-choques frontal e traseiro, tornaram-se numa tendência global. A simplicidade das formas adequava-se perfeitamente a uma carroçaria autoportante¹³ que era fácil de produzir. Os veículos familiares pequenos eram de grande qualidade, e eram normalmente equipados com um motor atrás e uma bagageira à frente [3: p.30]. O Fiat 600 é um exemplo deste estilo (ver imagem 7).



Imagem 7 - Fiat 600 de 1955 [j].

¹³ Autoportante é a designação para o tipo de construção monobloco. Por outras palavras, é a construção do automóvel sem chassis.

1.3.4 - Flow Shell

Ainda na década de 1950, assistiu-se à procura por uma maior eficiência do desempenho do automóvel, através da melhoria da aerodinâmica e da redução seu peso. O design foi aperfeiçoado levando a volumes compactos e a linhas fluidas. O compartimento do motor era baixo, para proporcionar uma melhor visibilidade, com superfícies amplas e vidradas. A traseira possuía uma linha mais fluida, dando o nome a este estilo. Este conceito de design de carros desportivos dominou até à década de 1970 [3: p.34]. O Alfa Romeo Giulietta Sprint é um exemplo deste estilo (ver imagem 8).



Imagem 8 - Alfa Romeo Giulietta Sprint de 1954 [k].

1.3.5 – Rocket

Durante a segunda guerra mundial, a indústria aeroespacial desenvolveu-se rapidamente e surgiu a ideia de combinar o design dos automóveis com o dos foguetões. O design criava um paralelismo entre a estrada e o espaço cósmico, as frentes possuíam a forma de um projétil, o tejadilho era panorâmico em forma de cúpula, possuíam também pequenas asas, aletas e tubagens de jacto. Estes carros nunca passaram à produção em série mas as ocasionais aletas, os pára-choques parecidos com projéteis, a frente estilizada simbolizando um foguetão e os farolins do tipo cauda de jacto tornaram-se elementos de estilo dos carros de série, utilizando também muitos cromados e muitos acrílicos [3: p.38]. O Buick Le Sabre é um exemplo deste estilo (ver imagem 9).



Imagem 9 - Buick Le Sabre 1951 [1].

1.3.6 - New Line

Em meados da década de 1950, surgiu um novo ideal estético nos automóveis. Estes passaram a ter uma carroçaria mais plana e mais larga, com um centro de gravidade baixo melhorando o desempenho dinâmico e a estética. Os carros tornaram-se gradualmente mais horizontais e geométricos, o que era evidenciado pelas linhas de cintura laterais com ou sem cromados. Os faróis permaneceram redondos devido ao facto de não haver alternativa a estes, isto fez com que não se notasse uma rotura brusca com os estilos anteriores [3: p.42]. O Lincoln Continental MK II é um exemplo deste estilo (ver imagem 10).



Imagem 10 - Lincoln Continental MK II de 1956 [m].

1.3.7 – Barroco

No final da década de 1940 a Cadillac já tinha incluído pequenas aletas de cauda num modelo em particular, inspirada no avião de combate Lockheed P38. No início da década de 1950 as aletas de cauda, herdadas do estilo Rocket, eram vistas como um sinal de aperfeiçoamento da aerodinâmica. Na segunda metade da

década de 1950 os carros americanos tornaram-se maiores, usando cada vez mais cromados, tornando-se assim mais excêntricos [3: p.46]. O Cadillac Eldorado Biarritz é um exemplo deste estilo (ver imagem 11).



Imagem 11 - Cadillac Eldorado Biarritz de 1959 [n].

1.3.8 - Edge Line

Ultrapassado o idealismo Barroco, surgiu a necessidade de maior clareza no design automóvel. Os princípios do estilo New Line foram adoptados de novo, mas de uma forma mais radical. Os carros do estilo Edge Line projectam funcionalidade e precisão. Os faróis tornam-se mais pequenos e duplos, alinhados horizontalmente ou verticalmente dependendo do modelo. Mais tarde surgem até faróis rectangulares os quais dão mais liberdade ao design da frente dos carros. As rodas tornaram-se mais pequenas de forma a proporcionar mais espaço no interior dos automóveis [3: p.50]. O Pontiac Grand Prix Sport Coupe é um exemplo deste estilo (ver imagem 12).



Imagem 12 - Pontiac Grand Prix Sport Coupe 1963 [o].

1.3.9 - Flow Line

O estilo Flow Line é caracterizado pelas formas fluidas e suaves, mantendo as proporções modernas, mas sendo estas modeladas em superfícies metálicas ligeiramente complexas. Este estilo emergiu no início da década de 1960 opondo-se ao estilo Edge Line. Distinguia-se a linha lateral sem intervenções drásticas e com os cantos bem arredondados. Os carros da Flow Line tinham um aspecto limpo e respeitável. No final da década de 1960 a Flow Line tornou-se obsoleta, uma vez que era mais clássica e menos radical do que o estilo Edge Line [3: p.54]. O Rover P6 3500 é um exemplo deste estilo (ver imagem 13).



Imagem 13 - Rover P6 3500 de 1963 [p].

1.3.10 - Wedge Line

Em 1968 ocorreu um corte geral e radical com o passado do design automóvel. O estilo Wedge Line¹⁴ eliminou a “cara” do automóvel, que até então era a característica mais identificável de um carro. Esta aparência indiferenciada com faróis recolhíveis é o elemento de design mais democrático alguma vez introduzido, que significava a abolição da diferenciação entre marcas, em termos de design. As carroçarias eram em forma de seta apresentando formas geométricas puras. Este estilo destinava-se a sugerir dinamismo e boa aerodinâmica, tornando-se num novo paradigma do design automóvel [3: p.58]. O Lamborghini LP 500 Countach é um exemplo deste estilo (ver imagem 14).

¹⁴ Linha em cunha



Imagem 14 - Lamborghini LP 500 Countach 1971 [q].

1.3.11 - Novo Barroco

O design de automóveis, em particular dos Estados Unidos da América, nunca se desligou dos estilos da década de 1950 e mesmo depois do estilo Edge Line ter criado muitos belos carros, o final da década de 1960 significou a descoberta de valores antigos, tais como a proeminência da grelha do radiador e a curva ascendente repentina do perfil lateral na zona do pilar C. Também foram introduzidos elementos novos, os quais incluíam os tampões de jante com raios [3: p.62]. O Mercury Marquis é um exemplo deste estilo (ver imagem 15).



Imagem 15 - Mercury Marquis de 1971 [r].

1.3.12 - Edge Box

A crise petrolífera de 1973 originou um repensar do design automóvel. Era tempo de criar e apresentar novas propostas. Os carros tornaram-se mais altos e compactos, com uma aparência económica e uma utilização optimizada do espaço interior, diminuindo o seu peso. O plástico preto e cinzento foi usado onde anteriormente reinavam os cromados. Os fabricantes começaram a desenvolver carros

para o mercado global e os faróis rectangulares começaram a ressurgir [3: p.66]. O Volkswagen Golf é um exemplo deste estilo (ver imagem 16).



Imagem 16 - Volkswagen Golf de 1974 [s].

1.3.13 – Gráfico

No final da década de 1970, generalizou-se a utilização do plástico não pintado. A carroçaria começou a ser estruturada em duas partes: uma parte superior de metal lacado e brilhante, e uma parte inferior funcional, coberta por plástico. O plástico também passou a ser usado, para quase toda a parte da frente e parte de trás dos automóveis, como elemento gráfico para realçar o perfil lateral [3: p.70]. O Renault R18 Turbo é um exemplo deste estilo (ver imagem 17).



Imagem 17 - Renault R18 Turbo de 1980 [t].

1.3.14 - Flow Box

A partir dos anos de 1970, a aerodinâmica passou a ser um importante aspecto, a par da racionalidade, no design de automóveis. O objectivo não era aumentar as prestações dinâmicas, mas reduzir o consumo de combustível. O resultado foi uma espécie de renascença com formas suaves e fluidas e arestas suavizadas. A frente do carro e o pára-brisas tornaram-se mais inclinados e as

irregularidades foram diminuídas: as janelas laterais, os faróis e os pára-choques foram integrados na carroçaria sem descontinuidades exteriores.

No início dos anos 1990, a utilização do CAD 3D permitiu uma estruturação mais complexa das superfícies. Contudo, estas funcionalidades foram muitas vezes exageradamente utilizadas criando carroçarias de raio variável e formas multi-ovais um pouco estranhas a que se associaria o estilo baunilha [3: p.74]. O Toyota Previa é um exemplo deste estilo (ver imagem 18).



Imagem 18 - Toyota Previa de 1990 [u].

1.3.15 – Retro

A racionalidade dos automóveis terá salvo a indústria automóvel nas últimas décadas do século XX. No entanto, também criou insatisfação por parte dos clientes que desejavam mais emoção, ao contrário do fiável, cruel e económico. A indústria automóvel foi marcada nos últimos anos do século XX por dois fenómenos: o aparecimento do *tuning* e o culto do passado. Este sentimento de nostalgia deu origem ao *Remake* que é uma categoria especial do estilo Retro, no qual modelos do passado são relançados com o mesmo nome e aspecto, mas com a adaptação das prestações e da construção à tecnologia e ao mercado da época [3: p.78]. O Volkswagen New Beetle é um exemplo deste estilo (ver imagem 19).



Imagem 19 - Volkswagen New Beetle de 1998 [v].

1.3.16 - New Edge Box

O New Edge Box é o resultando de uma fusão de elementos dos estilos Edge, Flow e Gráfico, no qual as formas redondas, as arestas bem vincadas e os ângulos pontiagudos, se tornam mais interessantes. As janelas laterais, proporcionadas de uma nova forma, resultam muitas vezes numa aparência desconstrutivista, por vezes extraordinária. Por outro lado, surgem expressões de carácter inteiramente novas através de formas de faróis inovadoras e extremamente complexas.

O New Edge Box nasce assim, opondo-se aos estilos estranhos originados pela exagerada utilização das ferramentas CAD [3: p.82]. O Ford Focus é um exemplo deste estilo (ver imagem 20).



Imagem 20 - Ford Focus 1998 [w].

1.3.17 - Smooth Body

O estilo Smooth Body é o sucessor ideal da Flow Line e da Flow Box, no qual predominam as linhas simples, o aspecto elegante e a sensação de

aerodinamismo. A velocidade e o *Branding*¹⁵ tornam-se nos dois principais factores do design automóvel. Devido à crescente concorrência e à saturação do mercado, o ciclo de vida de cada modelo é cada vez mais curto. É necessária uma taxa de inovação mais elevada e o design perde estabilidade. Os aspectos de *Branding* são cada vez mais importantes, pois em vez de tendências gerais, desenvolvem-se linguagens individuais de design que tentam unir o legado das marcas com o seu futuro. Este fenómeno torna-se num incentivo para novas linguagens de design no futuro onde se descobrem novos nichos de mercado, nomeadamente os híbridos, os quais necessitam de uma linguagem de design inteiramente nova [3: p.86]. O Audi TT é um exemplo deste estilo (ver imagem 21).



Imagem 21 - Audi TT 1998 [x].

1.3.18 - Edge Body

O estilo Edge Body é uma redescoberta e um desenvolvimento dos estilos Edge Line, Flow Line e Novo Barroco. A carroçaria tem uma modelação forte que lhe incute grande carácter. Esta caracteriza-se pelo uso de superfícies direitas e arestas vincadas, uma linha de cintura elevada e as janelas pequenas que realçam a segurança e a solidez. A utilização acrescida de plástico, até em painéis da carroçaria, vai de encontro às novas normas de segurança e permitem uma maior flexibilidade de formas.

¹⁵ O termo Brandig significa o poder da marca no mercado, sendo por outras palavras a construção de uma marca e dos seus valores mais importantes tais como a reputação, a qualidade e o posicionamento face ao cliente.

Neste estilo tudo é feito ao pormenor, não só a forma exterior, mas também o interior dos faróis e dos farolins, que é sinal de um design cuidado e apurado [3: p.90]. O Chrysler 300C é um exemplo deste estilo (ver imagem 22).



Imagem 22 - Chrysler 300C de 2003 [y].

1.3.19 - Carved Body

O estilo Carved Body é a continuação do New Edge com influências do Gráfico onde as formas do carro são muito esculpidas, sugerindo dinamismo e leveza. Os automóveis passam a ser encarados como se fossem corpos. O culminar do processo de integração e embutimento produz formas marcadamente orgânicas. As janelas panorâmicas estão em voga, como na década de 1950. Com a integração completa dos elementos adicionais na carroçaria, os detalhes tornam-se mais importantes e são características identificáveis dos modelos. Para ir de encontro às necessidades das marcas, a concepção e marcação da parte da frente do carro continuam a ser um importante tema de design [3: p.94]. O Renault Avantime é um exemplo deste estilo (ver imagem 23).



Imagem 23 - Renault Avantime 1999 [z].

1.3.20 – Neoclássico

A continuação do desenvolvimento do estilo Retro dá origem ao Neoclássico. Os elementos clássicos são reinterpretados de uma nova forma, de modo a que por um lado se obtenha uma aparência inconfundivelmente tradicional e por outro se evidencie a vanguarda aliada às novas proporções e aos pormenores inovadores [3: p.98]. O Lancia Thesis é um exemplo deste estilo (ver imagem 24).



Imagem 24 - Lância Thesis de 2002 [aa].

1.4 – Nota Conclusiva

Todos os estilos apresentados neste capítulo seguem um caminho não linear no qual é perceptível a busca de alternativas volumétricas para se alcançarem objectivos estilísticos, comerciais e de alguma maior sustentabilidade por parte dos diferentes fabricantes de automóveis. Podemos assim destacar, três elementos essenciais que influenciaram o design dos automóveis ao longo da sua história: o surgimento do Styling, a adopção dos conceitos da aerodinâmica e a crise petrolífera da década de 1970 do século XX.

O surgimento do *Styling* teve como finalidade suscitar o interesse dos consumidores, o que levou à criação de um grande número de tendências ao longo do século XX, rompendo com os primórdios da era do automóvel, em que as carroçarias não eram mais do que um complemento ao motor e à linha de condução, em muito semelhantes aos carros (e às *charretes*) puxados por cavalos [10: p.85] (ver imagem 3).

As tendências mais notórias do design automóvel foram o Barroco e o Rocket, que ostentavam formas bastante voluptuosas combinadas com o uso

excessivo de cromados. Estes extravagantes estilos foram criados em parte devido ao idealismo vigente do pós-guerra e ao retorno à importância dada à melhoria da eficiência energética do veículo a partir da área da aerodinâmica. Estas visavam a proliferação de um tipo de design baseado em formas mais fluidas que proporcionassem uma movimentação mais eficiente do ar em torno do automóvel, isto é, com menos atrito.

Desde os anos 70 do século XX que se assiste a um grande progresso a nível dos motores [9: p.5] e a alterações de design nos automóveis. Estes viram diminuídas as suas proporções tornando-se mais ecológicos ao mesmo tempo que ostentavam uma imagem de eficiência e fiabilidade [3: p.66]. A década de 70 do século XX, marcada pela crise petrolífera, modificou a forma como o automóvel era visto, dando origem a várias alterações, ao nível do desempenho e das proporções, feitas pelos fabricantes com a finalidade de tornar a viabilizar comercialmente o automóvel.

Assim, tendo em conta um dos objectivos desta dissertação, que concerne a busca das primeiras evidências de alterações no design dos automóveis provocadas pela adopção de soluções ambientalmente sustentáveis, destacam-se neste capítulo dois dos três elementos chave que alteraram o design dos automóveis ao longo do século XX. Podemos deste modo destacar a aerodinâmica como influenciadora do design dos automóveis com vista a torná-los mais eficientes em andamento e a crise petrolífera que levou à diminuição das proporções destes, de forma a torná-los energeticamente mais eficientes.

Notou-se neste capítulo que não houve qualquer alteração fundamental ao nível das tecnologias de propulsão dos automóveis pelo que a adopção de motores de combustão interna de gasolina ou gásóleo foi uma constante. O design dos automóveis apenas variou estilisticamente e dimensionalmente sem demonstrar qualquer relação adaptativa à tecnologia de propulsão. Porém, actualmente existem no mercado diversas soluções que necessitam de linguagens de design diferentes das actuais [3: p.86]. No próximo capítulo apresenta-se uma descrição das tecnologias de accionamento do automóvel, de forma a percebermos

melhor o que estas implicam em termos dimensionais e de disposição espacial no automóvel.

Capítulo 2

A tecnologia do automóvel

Este capítulo apresenta uma descrição sobre a tecnologia dos automóveis actuais e apresenta também as tecnologias almejadas para equipá-los num futuro próximo. Para além disso, este capítulo dá-nos uma ideia geral de quais as tecnologias mais promissoras, apresentando os prós e os contras de cada uma delas e apresentando também alguns modelos de automóveis que actualmente já as possuem de origem. Deste modo, pretendemos compreender quais são as tecnologias ambientalmente mais sustentáveis e compreender se existe ou não necessidade de adaptações dimensionais e da forma ou proporção na adopção daquelas.

2.1 – Nota Introdutória

Actualmente a tecnologia disponível ultrapassa em muito aquela que é adoptada pelos fabricantes de automóveis presentes no mercado. Desde o início da era do automóvel que pouco se tem explorado alternativas energéticas aos combustíveis fósseis. A solução tecnológica mais adoptada e dominante desde então tem-se mantido ao nível dos motores de combustão interna de gasolina (e gasóleo).

Os motores de combustão interna proporcionaram o rápido desenvolvimento do automóvel aliado a uma infra-estrutura que lhe proporcionou a rápida implementação a par da generalização da utilização dos combustíveis fósseis. No entanto, estes têm contribuído para o aquecimento global, pelo que existem evidências oriundas da comunidade científica que provam irrefutavelmente que as emissões de gases com efeito de estufa, tais como o CO₂ (dióxido de carbono) provocam alterações climáticas severas, através do aumento da temperatura do planeta, um fenómeno conhecido como aquecimento global [4]. Atendendo à problemática do aquecimento global, surge a necessidade de se adoptar outros meios de propulsão alternativos aos motores de combustão interna, reduzindo assim a dependência da economia e das sociedades desenvolvidas dos combustíveis fósseis. Deste modo, este capítulo foi elaborado tendo em conta dois aspectos importantes à elaboração desta dissertação. Por um lado, este capítulo faz uma descrição das tecnologias inseridas nos automóveis referindo a quantidade de componentes necessários ao funcionamento de uma motorização com a finalidade de perceber as influências no design dos automóveis que a adopção de certas tecnologias implica. Por outro lado, faz uma abordagem à sua eficiência energética, de forma a compreendermos quais as tecnologias que são mais promissoras para fazer parte integrante dos automóveis futuros.

Este capítulo dá seguimento ao aprofundamento da temática desta dissertação, resumindo as características de cada tecnologia e buscando a mais

eficiente para ser adoptada num projecto de design apresentado no quarto capítulo desta dissertação.

2.2 – Os diferentes tipos de motores existentes

Na era actual, os automóveis são equipados com os mais diversos tipos de motorizações. Podemos encontrar à nossa volta automóveis equipados com motores de combustão interna a gasóleo, a gasolina, a etanol, a gás natural, a gás de petróleo liquefeito e a biocombustíveis, incluindo o bioetanol e o biodiesel. Porém, existem também outras soluções tecnológicas amigas do ambiente que, embora não tenham sido adoptadas na sua totalidade pelos fabricantes estabelecidos, se estima que venham, nos próximos anos, a reforçar a sua quota na frota de automóveis particulares [11]. São estas as motorizações eléctricas, as eléctricas com captação fotovoltaica, as eléctricas com célula de combustível (hidrogénio) e as motorizações híbridas (motor eléctrico e motor de combustão interna a gasolina, ou, motor de combustão interna a gasóleo¹⁶).

As secções e subsecções seguintes apresentam uma breve descrição de cada tipo de tecnologia de motorização, referenciando essencialmente os aspectos de eficiência, da quantidade de componentes necessários e do espaço ocupado pelos mesmos.

2.2.1 – Motor de combustão Interna

Os motores de combustão interna funcionam a partir da combustão de um elemento energético transformando a sua energia química em energia térmica e mecânica. A tecnologia de combustão interna é materializada por dois elementos essenciais ao seu funcionamento. Um dos elementos é o motor e o outro é o depósito de combustível. Dado que o motor funciona sobretudo através da combustão do

¹⁶ A tecnologia híbrida com motor eléctrico e motor de combustão interna de gasóleo ainda não se encontra disponível no mercado apesar de já prototipado, nomeadamente pela Volkswagen e pela PSA.

elemento energético, que por sua vez é um elemento volátil, torna-se necessário manter o depósito do combustível afastado do motor por razões de segurança.

Como o próprio nome indica (motores de combustão interna), as motorizações funcionam a partir da combustão de um elemento energético produzindo gases tóxicos e gases com efeitos de estufa como é o caso do CO₂. Existem actualmente vários elementos energéticos que podem ser usados num motor de combustão interna, sendo os mais convencionais a gasolina, o gasóleo, o gás natural e os biocombustíveis.

A gasolina é um derivado do petróleo, ou crude, obtido por destilação nas refinarias. É um líquido de densidade inferior à da água pesando apenas 700g por litro [9] e possui um elevado poder calorífico, ou grande poder energético, que ronda os 34.3MJ/l [5]. O automóvel a gasolina mais eficiente feito até aos dias de hoje possui uma eficiência de 0,52km/MJ emitindo 142g/km de CO₂ [5].

O motor a diesel foi criado pela primeira vez na década de 1890 para utilização em máquinas estacionárias. Apareceu na década de 1970 no pequeno familiar Volkswagen Golf [10: p.124-126]. Este motor (diesel) consome gasóleo que é um derivado do petróleo, tal com a gasolina, no entanto, a eficiência deste motor ronda os 24%, sendo este número superior aos 20% de eficiência oferecidos pelo motor a gasolina [12]. A motorização a gasóleo é mais ecológica em termos de emissões de CO₂ no entanto possui emissões de gases tóxicos, nomeadamente o óxido de nitrogénio, o qual contribui para problemas de saúde da população mundial [12]. O automóvel a gasóleo mais eficiente feito até aos dias de hoje possui uma eficiência de 0,65km/MJ emitindo 90g/km de CO₂ (é um automóvel diferente e mais pesado do que automóvel mencionado anteriormente como sendo o mais eficiente a gasolina) [5].

Actualmente existem outras soluções de elementos energéticos que podem abastecer um automóvel de combustão interna como é o caso do gás natural. Este é um combustível fóssil derivado do crude no entanto é usado no estado gasoso ao contrário da gasolina e do gasóleo que são usados no estado líquido. O automóvel a gás natural mais eficiente produzido até à data tem uma eficiência de 0,32km/MJ

emitindo 166g/km de CO₂ [5], evidenciando assim, uma eficiência inferior ao automóvel alimentado a gasolina anteriormente mencionado.

Estima-se que 96% do sistema de transportes mundial dependa das importações dos produtos petrolíferos [4], pelo que a solução chave é reduzir a nossa dependência energética diminuindo as importações de petróleo. Isto consegue-se adoptando combustíveis alternativos, substituindo a fonte de energia convencional actual dos automóveis (gasolina, gasóleo e gás natural), por uma fonte energia não dependente de combustíveis fósseis. Isto conduz à origem dos combustíveis renováveis denominados de biocombustíveis. O etanol é um combustível renovável e pode ser utilizado num automóvel de combustão interna misturado com pequenas percentagens de gasolina, reduzindo substancialmente os valores de emissão de CO₂ e a nossa dependência dos produtos petrolíferos [12]. Porém, a produção deste tipo de combustível está longe de ser sustentável, utilizando os métodos actuais, pelo que o processo de produção deste combustível requer elevados níveis de energia contribuindo desta forma para o aumento das emissões de CO₂ agravando as suas propriedades favoráveis de combustão [12].

As emissões poluentes são uma característica inerente a qualquer motor de combustão interna, independentemente do elemento energético que este consuma. Com a necessidade de substituição deste tipo de motorizações surgem outras soluções ambientalmente mais sustentáveis como é o caso da motorização híbrida, que combina duas fontes de energia.

2.2.2 – Motor Híbrido (motor eléctrico e motor de combustão interna de gasolina)

A tecnologia híbrida combina duas fontes de energia (térmica e eléctrica) e dois tipos de armazenamento. Os veículos beneficiam de algumas das vantagens dos carros eléctricos e mantêm as capacidades dos motores de combustão interna. Actualmente este tipo de solução já faz parte de alguns automóveis presentes no mercado, como é o caso do Toyota Prius, do Honda Insight e do Lexus LS. Esta tecnologia de accionamento é essencialmente composta por quatro elementos

essenciais ao seu funcionamento. Possui um motor de combustão interna, um depósito de combustível, um motor eléctrico e um bloco de baterias.

As propriedades favoráveis à economia de combustível e às menores emissões de CO₂ por parte da tecnologia híbrida são: possuir um motor de combustão interna mais pequeno do que os convencionais, auto desligar-se quando está parado e possuir travagem regenerativa, a qual recarrega as baterias que alimentam o motor eléctrico. Porém, os automóveis híbridos são mais complicados e dispendiosos do que os convencionais automóveis de combustão interna [12]. Para além disso, a diminuição de consumo dos automóveis híbridos face aos convencionais é marginal, representando apenas cerca de 20%. O automóvel híbrido mais eficiente construído até à data assume uma eficiência de 0,56km/MJ emitindo 130g/km de CO₂ [5]. Apesar de esta tecnologia ser mais eficiente energeticamente do que a tecnologia simples de combustão interna, esta continua a depender de combustíveis fósseis ao mesmo tempo que possui tecnologia equivalente para equipar dois automóveis (um automóvel puramente eléctrico e um automóvel com motor de combustão interna) sendo desta forma, onerosa em termos de componentes. Tendo em conta os problemas ambientais actuais e a inevitável escassez dos combustíveis fósseis revela-se necessário procurar soluções energeticamente mais eficientes para equipar os automóveis futuros, sem que estes dependam dos combustíveis fósseis. [13].

2.2.2.1 – Toyota Prius



Imagem 25 – Toyota Prius de 2004 [ab].

O Toyota Prius é um automóvel com tecnologia híbrida pelo que funciona combinando duas fontes de energia. Este possui um motor de combustão interna na parte frontal e na parte traseira possui o depósito de combustível um bloco de baterias e um motor eléctrico. No Toyota Prius, o motor de combustão interna só funciona acima duma determinada velocidade, poupando combustível, enquanto que o motor eléctrico funciona em arranques ou velocidades mais baixas onde o motor de combustão interna seria menos eficiente, desperdiçando combustível. As baterias deste automóvel são recarregadas durante as travagens, pelo que o sistema de travagem regenerativa deste veículo está equipado para converter a energia cinética das rodas em energia eléctrica que por sua vez é armazenada de novo nas baterias [ac]. Não sendo possível carregar as baterias a partir de uma fonte externa (rede eléctrica) e sendo estas de reduzida capacidade de armazenamento, trata-se na prática de um veículo a gasolina de consumo mais comedido.

2.2.3 – Motor Eléctrico associado à Colheita no Veículo de Energia Fotovoltaica

A energia solar é uma fonte renovável que pode ser aproveitada todos os dias com taxas variáveis de eficiência dependendo das condições meteorológicas que se apresentem (intermitente). Esta tecnologia equipada num automóvel necessita de três elementos essenciais ao seu funcionamento. É necessário possuir um motor eléctrico, um módulo de baterias e um painel (ou mais) de células fotovoltaicas.

O tipo de motorização eléctrica com o aproveitamento da energia solar é uma solução ambientalmente sustentável. Esta é feita através das células fotovoltaicas, as quais convertem directamente a energia solar em energia eléctrica que por sua vez pode ser armazenada em baterias e posteriormente utilizada para fazer funcionar um motor eléctrico [ad].

Os painéis fotovoltaicos podem equipar qualquer automóvel ou podem ser projectados para fazerem parte integrante deste, dado que, em termos de design se torna uma solução mais conveniente. No entanto, existem alguns problemas,

de carácter estético e tecnológico, adjacentes a este tipo de tecnologia. A textura e cor inerentes às células fotovoltaicas não podem ainda ser alteradas (pintadas) sob pena de prejudicar a sua eficiência pelo que evidenciam sempre o seu aspecto onde quer que sejam colocadas. Deste modo, este tipo de solução energética causa alguns entraves aos projectistas de veículos dado que as células fotovoltaicas possuem características indispensáveis ao seu bom funcionamento que são ainda pouco flexíveis em termos de textura e imagem. O rácio de eficiência das células fotovoltaicas também não é o mais apropriado para um automóvel convencional, pelo facto de providenciarem um reduzido raio de alcance ao mesmo tempo que necessitam de uma grande área exposta à luz e um longo período de exposição ao sol para produzirem uma quantidade razoável de energia eléctrica. A necessidade de se aumentar a área exposta à luz num automóvel faz com que esta seja inevitavelmente maior aumentando o seu peso final.

Actualmente, as células fotovoltaicas produzem 280Wm^2 de potência eléctrica por unidade de área com uma eficiência de 22% [14]. Este rácio de eficiência faz com que um automóvel convencional com 30kW de potência nominal e com apenas 6m^2 de área exposta à luz ande apenas 3,4 minutos a 7 minutos por cada hora de colheita de energia (ver raciocínio a seguir).

$$1\text{J (Joule)} = 1\text{W (Watt)} \times 1\text{s (segundo)}.$$

$$6\text{m}^2 \times 280\text{W/m}^2 = 1680\text{W ou } 1,68\text{kW}.$$

$$1,68\text{kWh}/30\text{kWh} = 0,056 \text{ ou } 5,6\% \text{ de } 1 \text{ hora (60 minutos)}.$$

$$0,056 \times 60 = 3,4 \text{ minutos (à pot. nominal; ou } 6,8 \text{ min a } 1/2 \text{ pot. nom.)}.$$

Estes dados mostram que o uso de células fotovoltaicas como fonte exclusiva de energia para o automóvel torna esta solução desaconselhável. Porém, os avanços em termos de eficiência energética das células fotovoltaicas farão com que estes números se alterem previsivelmente de forma positiva. Actualmente as células fotovoltaicas podem ser implementadas nos automóveis eléctricos *Plug-in*, mas

apenas com o intuito de auxiliar a recarga das baterias e os componentes electrónicos do automóvel.

2.2.4 – Motor Eléctrico

A motorização eléctrica é de todas a mais simples e acessível de construir [5]. Esta é constituída por dois elementos essenciais ao seu funcionamento. É composta sobretudo por um motor eléctrico e um módulo de baterias de armazenamento de energia.

Os motores eléctricos convencionais são cilíndricos e possuem dimensões reduzidas comparando-os com os motores de combustão interna, providenciando desta forma, potências equivalentes ocupando um espaço menor no automóvel [ad]. As baterias de armazenamento de energia têm sido alvo de enormes avanços tecnológicos, pelo que continuarão deste modo a evoluir de forma a alcançarem melhores rácios de tamanho e autonomia. As baterias mais eficientes actualmente são as que contêm Lítio na sua composição (baterias modelo 18650¹⁷), proporcionando desta forma, um coeficiente de armazenamento de energia de cerca de 496Wh/l ou 182Wh/kg [16]. Estas baterias estão bastante disseminadas no mercado da electrónica, pelo que tal fenómeno contribuiu para a redução do preço fazendo destas baterias a escolha para equipar os automóveis eléctricos futuros [15].

As baterias podem ser recarregadas através de infra-estruturas diferentes. No entanto a forma mais acessível e rápida é o carregamento a partir da rede eléctrica pública. A energia eléctrica da rede pública é produzida de várias formas, sendo que a mais eficiente é a produção a partir de turbinas alimentadas a gás natural, emitindo gases com efeito de estufa, nomeadamente o CO₂ [5]. Deste modo, podemos afirmar que a motorização eléctrica não é garantidamente um tipo de motorização ecológica pelo que apesar de não ser poluente activamente (no

¹⁷ O modelo 18650 é um modelo de baterias de forma cilíndrica que possui 18mm de diâmetro por 65mm de comprimento. Este é o modelo de baterias utilizado no Tesla Roadster.

automóvel), pode sê-lo passivamente (dependendo do tipo de central de produção eléctrica, e da mistura de origens que abastece a rede eléctrica).

Actualmente existem no mercado poucos automóveis eléctricos (são exemplos o Tesla Roadster e o Aptera 2e). O Tesla Roadster é um automóvel eléctrico desportivo dotado de um grande potencial energético. Este automóvel exhibe prestações que o tornam capaz de competir e ultrapassar os automóveis desportivos actuais de combustão interna, mas com maior eficiência energética. Este automóvel, tendo em conta as perdas energéticas da produção de energia eléctrica e as emissões de CO₂, possui uma eficiência de 1,15km/MJ emitindo 46,1g/km de CO₂ [5].

O Aptera2e é um automóvel eléctrico *Plug-in* concebido com um objectivo diferente do Tesla Roadster no que respeita à utilização. Este automóvel é a materialização utilitária do automóvel ideal em termos aerodinâmicos [ae].

As subsecções seguintes apresentam uma breve descrição dos automóveis anteriormente mencionados (Tesla Roadster e Aptera 2e).

2.2.4.1 – Tesla Roadster



Imagem 26 Tesla Roadster 2009 [af].

A Tesla Motors é uma empresa emergente que lança no mercado o 1º automóvel eléctrico com baterias de lítio de alto desempenho [15]. O Tesla Roadster é um automóvel de 2009 e trata-se de um automóvel puramente eléctrico. Este automóvel, para além de apresentar um design bastante atraente, possui uma tecnologia bastante avançada ao nível de armazenamento de energia. O módulo de

baterias de íões de lítio incorporado no Tesla Roadster é o mais avançado do mundo. Este é composto por 6800 pilhas do modelo 18650 (ver descrição na secção 2.2.4) e proporciona 53kWh de energia, sendo esta capaz de mover este automóvel dos 0 aos 100km/h em apenas 4 segundos ao mesmo tempo que permite um raio de alcance de 320km [15].

Para além dos fortes atributos que as baterias deste automóvel lhe conferem, este ostenta também outro atributo, nomeadamente o motor eléctrico. Este motor possui dimensões reduzidas em comparação com os motores de combustão interna pesando apenas 30kg [ad], ao mesmo tempo que possui 185kW de potência (245 cavalos de potência) [c].

Evidencia-se deste modo uma tecnologia compacta que proporciona desempenhos semelhantes, e até mesmo superiores em termos de aceleração, aos dos automóveis desportivos com Motorizações de Combustão Interna (MCIs). Nalguns parâmetros dinâmicos o desempenho é mesmo superior aos dos MCIs, nomeadamente na disponibilidade constante do binário máximo, tanto a baixas como a altas rotações do motor, e nas acelerações surpreendentes.

2.2.4.2 - Aptera 2e



Imagem 27 - Aptera 2e de 2009 [ag].

“50% da energia que o automóvel consome a uma velocidade de 90km/h é usada para empurrar o ar à sua frente.” [ae]

Inspirado na forma do corpo dos pássaros, a sua designação é a transcrição do grego antigo “aptera”, que significa sem asas. Trata-se de um

automóvel carismático que é construído a pensar sobretudo na aerodinâmica, no baixo peso, na segurança e na eficiência energética. Sendo eléctrico, consome pouca electricidade, o que permite um custo de utilização por quilómetro extremamente reduzido. Esta eficiência atribui-se essencialmente ao seu design esguio capaz de prestações aerodinâmicas improváveis de atribuir aos automóveis convencionais actuais. Este automóvel está equipado com um conjunto de baterias que proporcionam 13kWh de energia a um motor que debita 80Nm de binário máximo [ae].

2.2.5 – Célula de combustível (hidrogénio)

A célula de combustível alimentada a hidrogénio é uma solução tecnológica que é composta por três elementos essenciais ao seu funcionamento. Esta tecnologia é constituída por um motor eléctrico, por uma célula de conversão energética e por um depósito de combustível de hidrogénio. O funcionamento desta tecnologia é baseado na produção de energia eléctrica através de uma célula que converte directamente a energia do combustível (hidrogénio) em electricidade, num processo electroquímico designado por oxirredução. Neste processo não existe combustão mas sim expulsão da água a partir do hidrogénio e do oxigénio do ar, produzindo-se electricidade e calor. As emissões poluentes deste automóvel são nulas pelo que este apenas emite vapor de água pelo escape [ad]. Com este resultado, o hidrogénio tem sido visto como o combustível não poluente ideal para o uso nos meios de transporte [17], no entanto, segundo os seus entusiastas, estamos a cerca de 20 anos de distância da utilização generalizada desta tecnologia [12]. A solução tecnológica de motorização eléctrica alimentada por uma célula que converte a energia do combustível (hidrogénio) em energia eléctrica para o seu funcionamento é uma solução que actualmente tem sido alvo de investigação, dado que existem ainda alguns problemas inerentes a este tipo de solução no que respeita à produção de hidrogénio, ao transporte, ao armazenamento do hidrogénio [18] e ao fabrico em

massa de automóveis equipados com esta tecnologia, devido ao facto de necessitarem de metais nobres, como é o caso da platina [12].

O hidrogénio é o elemento mais abundante no universo, mas não possuímos hidrogénio na forma atómica no nosso meio natural, pelo que é necessário produzi-lo através de processos industriais. Este pode ser produzido de várias formas [12]. Por um lado podemos obtê-lo através da electrolise da água, no entanto, para este processo necessitamos de despende mais energia do que a que o hidrogénio nos proporcionará. Por outro lado, podemos obtê-lo através dos combustíveis fósseis, mas esta solução duplicaria as importações de petróleo que actualmente realizamos [18].

A forma actualmente mais eficiente de produzir grandes quantidades de hidrogénio é através do processamento do gás natural [5]. Tendo em conta as perdas energéticas inerentes ao processamento do gás natural e à posterior distribuição do hidrogénio e considerando a eficiência do automóvel actual mais eficiente equipado com a tecnologia de célula de combustível, podemos concluir que a eficiência final do hidrogénio é de 0,35km/MJ emitindo cerca de 152g/km de CO₂ [5].

A tecnologia da célula de combustível alimentada por hidrogénio possui aspectos negativos em relação à sua eficiência e possui aspectos positivos em relação à sua proporção e flexibilidade de acomodação num automóvel, contribuindo deste modo, para a maior liberdade do design dos automóveis que a incorporam [19: p.172]. Apresenta-se de seguida o veículo conceito a hidrogénio GM Autonomy.

2.2.5.1 - GM Autonomy



Imagem 28 – GM Autonomy de 2002 [ah].

“Este automóvel foi intitulado de Autonomy por significar liberdade, por outras palavras, tudo o que os automóveis actuais procuram. A liberdade no design, a liberdade da mobilidade sustentável e a grande autonomia que resulta do uso de hidrogénio como fonte de energia ao contrário dos produtos de origem petrolífera” [20].

Em 2002 a General Motors apresentou, no salão automóvel anual de Detroit, um automóvel que ficou conhecido por não possuir nem um motor de combustão interna, nem veios de transmissão, nem eixos das rodas, nem canos de escape, nem radiadores, nem sistemas de direcção convencionais, nem travões convencionais nem cabos de acelerador convencionais. Tudo, ou quase tudo, neste carro funciona através de sistemas electrónicos e não através de sistemas mecânicos.



Imagem 29 – GM Autonomy Skateboard Chassis [ai].

O GM Autonomy é composto por um chassis, (ver imagem 29), que comporta toda a tecnologia imprescindível ao seu funcionamento. Possui quatro motores eléctricos inseridos nas quatro rodas impulsionados por energia eléctrica proveniente da célula de combustível alimentada por hidrogénio. Toda esta tecnologia é compactada num chassis similar a uma prancha de skate de apenas 150mm de espessura. Deste modo, a carroçaria poderá adoptar todas as formas possíveis não dependendo de conexões mecânicas nem de entradas de ar para arrefecimento de um motor de combustão interna. O design da carroçaria é totalmente desprovido de restrições mecânicas, uma vez que a conexão da carroçaria com o chassis, a conexão entre os controlos de condução e os motores acoplados às rodas é feita de forma

electrónica [20]. *“O chassis tipo prancha de skate impulsionado pela tecnologia de célula de hidrogénio apresenta uma grande flexibilidade no design da carroçaria. A influência nos modelos das gerações futuras será imensa”* [19: p.172].

2.3 – A tecnologia mais promissora

Numerosas publicações recentes têm explorado uma série de combustíveis alternativos e tecnologias emergentes nos automóveis [17]. Estas pesquisas têm como finalidade mostrar quais os factores positivos e os factores negativos inerentes ao uso de determinados combustíveis e tecnologias, pelo que podemos afirmar que *“nenhuma solução é inerentemente sustentável, no entanto algumas têm potencial para serem mais sustentáveis do que outras”* [12].

Na busca de uma solução tecnológica ambientalmente sustentável temos de ter em atenção alguns aspectos importantes, sendo um destes, o conhecimento da fonte do tipo de energia que estamos a usar. No caso particular da energia eléctrica, esta apenas é considerada uma tecnologia ambientalmente sustentável no caso de a sua proveniência ser uma fonte renovável e não de uma outra fonte que produza emissões de CO₂, para converter energia química em energia térmica e posteriormente em energia eléctrica. Desta forma, podemos concluir que, tanto a motorização eléctrica, com geração de energia através de uma central eléctrica poluente, como a motorização de combustão interna são poluentes e emissoras de CO₂.

Os motores de combustão interna foram os principais impulsionadores do automóvel, associados a uma infra-estrutura de apoio; no entanto, estes tornaram-se num dos principais causadores do aquecimento global, pelo que surgem um pouco por todo o mundo soluções que visam substituir esta tecnologia. Os combustíveis fósseis usados por este tipo de motorização (combustão interna) possuem um grande poder energético pelo que a sua substituição repentina e abrupta será de certa forma, improvável. Contudo estima-se que estes venham a desaparecer a médio-prazo, sobretudo no ambiente urbano [10: p.126-128].

A tecnologia híbrida surgiu como forma de tornar os automóveis de combustão interna mais eficientes, aliando a estes um motor eléctrico. Porém, os ganhos de eficiência não se revelaram promissores. Para além disso estes automóveis possuem bastantes componentes que dariam para equipar dois automóveis distintos (um automóvel puramente eléctrico e um automóvel de combustão interna).

A solução mais sustentável ambientalmente apresentada neste capítulo é a que usa a energia solar. Esta é uma fonte renovável; no entanto, com a tecnologia que actualmente possuímos, torna-se impossível adoptá-la nos automóveis convencionais pelo simples facto de se tornar insuficiente em termos energéticos.

As duas tecnologias capazes de competir entre si por questões de quantidade e flexibilidade de acomodação dos componentes das motorizações e por questões de não emitirem gases poluentes ou mesmo CO₂ activamente (em funcionamento), são: a motorização puramente eléctrica (*Plug-in*) e a motorização eléctrica alimentada por uma célula de processamento do hidrogénio.

Porém, segundo um estudo económico [18], que compara a viabilidade económica destas soluções, esta competição torna-se utópica.

A adopção generalizada da tecnologia dos automóveis com motorização eléctrica (*Plug-in*) é fácil de desencadear. Actualmente possuímos produção de electricidade em grande escala, mesmo através de fontes renováveis e esta está acessível através da infra-estrutura da rede eléctrica, enquanto que não possuímos qualquer infra-estrutura de suporte massificado do hidrogénio o que torna quase impossível iniciar a adopção desta solução [18]. A produção e o uso da energia eléctrica possuem ambos, de longe, a melhor eficiência energética (menor perda de energia). As formas mais importantes de produzir energia eléctrica actualmente são através da energia renovável e da energia nuclear. Estas produzem energia eléctrica como produto principal. Para produzir hidrogénio precisaríamos de produzir inicialmente a energia eléctrica e depois usá-la para produzir o hidrogénio. Este processo faria com que fosse necessário gerar duas vezes mais energia eléctrica do que a gerada se a usássemos directamente no automóvel [18]. A energia eléctrica é mais segura do que o hidrogénio e pode ainda ser desligada. O hidrogénio, devido à

sua extrema reactividade química, é conhecido como sendo o elemento mais perigoso do universo, conhecido pelo homem [18]. Como pudemos ver anteriormente, a motorização eléctrica *Plug-in*, é a que possui maior eficiência energética aliada à menor quantidade de emissões de CO₂ mesmo tendo em conta todos os aspectos de perdas de energia aliadas à produção e distribuição desta. A produção do hidrogénio, apesar de ser possível através das mais variadas formas, apresenta em todas elas uma reduzida eficiência energética (grandes perdas de energia) [18]. Não possuímos qualquer experiência com a produção e distribuição massificada do hidrogénio, no entanto, já possuímos décadas de experiência com a energia eléctrica. Podemos, desta forma concluir que a adopção da tecnologia de propulsão eléctrica nos automóveis pode começar já [18].

Apesar dos fortes atributos da solução tecnológica eléctrica *Plug-in*, como meio de e tornar o automóvel um produto ambientalmente sustentável, esta continua dependente do elemento de armazenamento de energia (baterias). Actualmente já existem baterias capazes de armazenar grandes quantidades de energia com um reduzido tamanho e peso (ver secção 2.2.4). Porém, estima-se que este rácio venha a ser aumentado, providenciando desta forma, ainda mais autonomia, tornando obsoleta qualquer alternativa aos automóveis eléctricos [5] [ver entrevista seguinte).

Entrevista com o Professor Donald Sadoway do MIT; Original de MIT's Technology Review, Tuesday, November 22, 2005; "The Lithium Economy: Why hydrogen might not power future vehicles and lithium based batteries might" By Kevin Bullis [5].

TR: *How good can batteries get?*

DS: *I think we could easily double (the energy capacity of) what we have right now. We have cells in the lab that, if you run the numbers for a thin-film cell of reasonable size, you end up with two or three times current lithium ion (batteries).*

But there's more. The fantasy of all fantasies is chromium. If we could stabilize chromium (as a material for battery cathodes) and I could... give you a battery with

600-700 watts per kilogram (of energy capacity) with reasonable drain rate, that says good bye hydrogen economy.

TR: You've driven an electric car before. What was that like?

DS: I opened the sun roof, rolled down the window, and I pulled out. It was like a magic carpet. You hear people laughing, talking, and you're interacting with the city. I returned the vehicle to the fellow at Boston Edison, and I came back here and said, "I've got to work harder. I've got to make this thing happen." The only reason that car isn't everywhere: it couldn't go more than 70miles on a charge. But you make it 270, game over. Anybody who drives it will never go back to internal combustion.

Esta entrevista sugere que um dia conseguiremos um rácio de 600 a 700 Watts por quilograma, o que significa que um automóvel equivalente ao Tesla Roadster com 450kg de baterias (ver subsecção 2.2.4.1) possuirá uma autonomia de cerca de 1000km. Possuiremos assim, um elevado raio de alcance aliado à grande eficiência energética dos motores eléctricos e às baixas, ou até mesmo nulas, emissões de CO₂ capaz de superar qualquer tecnologia de propulsão actual.

2.4 – Nota Conclusiva

Com os problemas ambientais actualmente existentes, surge a necessidade de repensar a tecnologia de propulsão dos automóveis providenciando a redução de emissões de CO₂, actualmente as principais causadoras do aquecimento global. Encontrar a tecnologia ambientalmente mais eficiente é algo que deverá ser feito urgentemente.

Na busca de uma solução tecnológica ambientalmente sustentável temos de ter em atenção alguns aspectos importantes. Para elaboração desta dissertação convencionou-se o tamanho e quantidade dos componentes inerentes às diferentes motorizações e a eficiência energética dos mesmos, como sendo os aspectos mais importantes a reter. As tecnologias que mais podem condicionar o design dos automóveis são a tecnologia híbrida (ver descrição na secção 2.2.2) e a

tecnologia de células fotovoltaicas (ver descrição na secção 2.2.3). A tecnologia híbrida, de todas as mencionadas neste capítulo, é a que possui maior número de componentes, necessitando estes componentes de serem distribuídos pela carroçaria do automóvel condicionando o espaço inerente a esta. A tecnologia de células fotovoltaicas, não sendo a que exige a maior quantidade de componentes, é a que mais condiciona o design dos automóveis, não só pela necessidade de espaço para as células fotovoltaicas, como também pelos constrangimentos da textura e da imagem inerentes.

Tanto a motorização de combustão interna, como a motorização eléctrica *Plug-in*, contêm a menor quantidade de elementos essenciais ao seu funcionamento, necessitando apenas, de dois componentes. Porém, a motorização de combustão interna requer, para efeitos de segurança, que o depósito esteja um pouco afastado do motor, ou que seja refrigerado para que não haja problemas de explosão (no caso da gasolina e do gás natural), o mesmo não acontece com a motorização eléctrica pelo simples facto do seu aquecimento não ser considerável.

A motorização eléctrica equipada com uma célula de processamento de hidrogénio revelou ser bastante flexível em termos de arrumação na carroçaria de um automóvel. Apesar de possuir um elemento a mais do que a motorização eléctrica *Plug-in* e do que a motorização de combustão interna, esta consegue competir em termos de disposição espacial dos componentes, pelo que em termos de design providencia uma maior flexibilidade. Assim, não necessitamos de nos restringir aos componentes, podendo desta forma “arrumá-los” na horizontal, no chassis, providenciando maior liberdade no design da carroçaria.

Com isto podemos responder a um dos objectivos desta dissertação, que consiste em procurar perceber quais são as tecnologias que conferem maior liberdade ao design dos automóveis. A tecnologia eléctrica *Plug-in* e a tecnologia de célula de combustível (hidrogénio) são as que conferem maior liberdade no design dos automóveis pelo simples facto de poderem ser arrumadas na carroçaria sem preocupações dimensionais, o que não acontece com a tecnologia híbrida e a tecnologia de células fotovoltaicas. No entanto, a resposta a esta questão não é dada

na íntegra, pelo simples facto de haver inúmeras dimensões de motorizações. As motorizações de combustão interna podem ser de grandes ou pequenas dimensões, ao mesmo tempo que a tecnologia que faz parte dos automóveis híbridos pode ser arrumada de várias formas ao mesmo tempo que pode possuir variadas dimensões estruturais.

Desta forma concluímos este capítulo percebendo que, por um lado, a tecnologia que contém a motorização eléctrica alimentada por células fotovoltaicas é a que mais condiciona o design dos automóveis. Por outro lado, a tecnologia eléctrica *Plug-in* e a tecnologia de célula de combustível (hidrogénio) são as que conferem maior liberdade ao design dos automóveis. De forma a percebermos melhor como o design dos automóveis interage com a tecnologia nele inserida, elaborou-se no terceiro capítulo desta dissertação um estudo exploratório de uma série de esboços ilustrativos baseados em imagens de automóveis. Assim pretende-se responder de forma mais aprofundada ao objectivo desta dissertação mencionado nesta nota conclusiva.

Concluímos também este capítulo percebendo que a tecnologia mais promissora para fazer parte integrante do novo paradigma automóvel é a eléctrica *Plug-in*, aliada ao armazenamento de energia com baterias de lítio. O quadro seguinte mostra resumidamente as características positivas e negativas inerentes a cada solução tecnológica referida neste capítulo (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Os aspectos positivos e os aspectos negativos de cada tecnologia.

Tecnologia	Características	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Combustão interna (Gasolina, Gasóleo e Gás Natural)	Motor de combustão interna a gasolina e depósito de combustível, (2 componentes essenciais)	Elevado raio de alcance, possui infra-estrutura de apoio implementada mundialmente.	Poluente activamente (média de 153g/km de CO ₂), reduzida eficiência energética (média de 0,44km/MJ), elevada taxa de emissões de CO ₂ .
Híbrido (gasolina e eléctrico).	Motor de combustão interna a gasolina, motor, baterias de armazenamento de energia de Lítio e depósito de combustível, (3 componentes essenciais)	Económico em regime citadino (0,56km/MJ), binário elevado, possui infra-estrutura de apoio implementada mundialmente.	Poluente activamente (130g/km de CO ₂), conjunto de grande dimensão, possui dois motores em vez de um só e dois sistemas de armazenamento de energia em vez de um só.
Eléctrico Fotovoltaico com baterias de armazenamento de Lítio (sem considerar a capacidade de recarga externa das baterias).	Painéis fotovoltaicos, motor eléctrico e baterias de armazenamento de energia de Lítio, (3 componentes essenciais) .	Não poluente activamente; utiliza a energia renovável do sol, independente de reabastecimento através de uma infra-estrutura.	Baixa eficiência energética das células fotovoltaicas (280W/m ²), possui um raio de acção diminuto, aspecto limitador das células fotovoltaicas.
Eléctrico (Plug-in) com baterias de armazenamento de Lítio.	Motor eléctrico e baterias de armazenamento de energia de Lítio, (2 componentes essenciais) .	Não poluente activamente, elevada eficiência energética (1,15km/MJ), motor de pequenas dimensões, pode-se usar mais do que um motor (acoplados às rodas).	Poluente passivamente (46g/km de CO ₂), raio de acção diminuto (comparado com os actuais automóveis de combustão interna).
Eléctrico com célula de combustível alimentada a hidrogénio.	Depósito de hidrogénio, célula de processamento do hidrogénio e motorização eléctrica (3 componentes essenciais) .	Não poluente activamente, flexibilidade de arrumação dos componentes constituintes da tecnologia de propulsão.	Elevado risco de explosão, tanque de combustível sob pressão, raio de acção diminuto, elevada taxa de perda de energia (0,35km/MJ), poluente passivamente (46g/km de CO ₂).

Capítulo 3

Estudo exploratório da relação entre o design automóvel e as motorizações

Neste capítulo é apresentado um estudo exploratório do design automóvel, evidenciando a sua relação com diferentes motorizações que equipam os automóveis. Para este estudo foram escolhidos cinco automóveis que são redesenhados em esboço de modo a utilizarem diferentes tipos de motorizações sem se perderem as suas funções utilitárias e preservando o seu estilo.

Ao longo deste capítulo tentamos identificar a natureza do carácter das implicações que a incorporação de uma certa tecnologia no automóvel traz ao design deste (maior restrição ou flexibilidade), ao mesmo tempo que elucidamos elementos para satisfazer um dos objectivos da dissertação que é procurar perceber como seriam os automóveis do passado caso a revolução energética que está hoje em curso tivesse acontecido em meados do século XX.

3.1 – Nota Introdutória

O design automóvel sempre foi influenciado por certos aspectos, sendo alguns destes a segurança, a ergonomia ou até mesmo a tecnologia de propulsão. Tal como JMays (Vice Presidente de Design da Ford Motor Company) refere: *“You start with some restrictions in terms of proportion, front-wheel drive and the boundaries of front overhang and crash safety and all the other considerations (...)”* [19: p.18].

Assim, este capítulo foi elaborado de forma a continuar a evidenciar aspectos e raciocínios para satisfazer um dos objectivos desta dissertação, processo iniciado no segundo capítulo, o qual consiste em procurar compreender a relação entre o design e a tecnologia de propulsão dos automóveis e perceber as restrições ou a liberdade inerente à adopção destas. Tendo em conta que as soluções que actualmente se estimam que venham a fazer parte dos automóveis em larga escala sejam mais do que simples alterações estruturais e aperfeiçoamentos aerodinâmicos, elaborou-se neste capítulo um exercício no qual relacionamos, com exemplos reais, o design com as tecnologias de propulsão ambientalmente mais sustentáveis previstas para equipar os automóveis num futuro próximo. O estudo apresentado neste capítulo procura, desta forma, demonstrar as alterações no design automóvel influenciadas pelo uso de diferentes tecnologias (mais ecológicas do que as de combustão interna). Ao elaborarmos este estudo ficaremos também a perceber a natureza de flexibilidade ou restrição que a aplicação de uma determinada tecnologia de accionamento confere ao processo de design de um automóvel.

Para realizar o seguinte estudo, foram escolhidas as quatro tecnologias mais promissoras a serem utilizadas num futuro próximo em larga escala, com o objectivo de serem incorporadas em veículos muito disseminados ao longo da segunda metade do séc. XX e nalguns casos ainda existentes nos dias de hoje. Para dar seguimento a este estudo foi criada uma metodologia. Esta consiste em mostrar, numa primeira fase, uma ilustração dos automóveis originais (com a tecnologia de origem da

sua produção) e numa segunda fase, outra ilustração com os automóveis alterados (equipados com uma tecnologia diferente, mais ecológica).

3.2 – Redesenhando o passado

Como anteriormente mencionado, foram seleccionados para este estudo, cinco automóveis muito disseminados no século XX, com a finalidade de serem redesenhados contendo algumas das tecnologias mais promissoras para fazerem parte do novo paradigma do automóvel.

Os automóveis apresentados neste estudo foram seleccionados apenas tendo em conta o ano em que foram lançados para o mercado, constituindo assim um grupo de estudo que abrange cinco décadas pelas quais o design automóvel passou. Estes veículos, cada um deles correspondente a uma década diferente da segunda metade do século XX, apresentam os mais variados estilos, desprovido este estudo de qualquer restrição em relação ao tipo de carroçaria usada. Com isto pretende-se demonstrar como as tecnologias de accionamento dos automóveis interagem com o design deste, independentemente do seu tipo de carroçaria. De forma a procurarmos exploratória, hipotética, e, retroactivamente, evidências estilísticas de como seriam os automóveis do passado, caso a revolução energética actual tivesse acontecido em meados do século XX, seleccionámos para este estudo automóveis dessa mesma época, nomeadamente, o Citroën DS de 1954, o Jaguar E-Type de 1961, o Volkswagen Golf de 1974, o Ferrari Testarossa de 1984 e o Audi TT de 1999. Foram seleccionadas ao mesmo tempo as tecnologias que actualmente se crêem vir a fazer parte integrante do paradigma automóvel num futuro próximo, nomeadamente a tecnologia de Célula de Combustível, a tecnologia Híbrida (gasolina e eléctrica), a tecnologia Eléctrica com Células Fotovoltaicas e a tecnologia Eléctrica simples (*Plug-in*).

A atribuição dos automóveis à tecnologia, que lhes será introduzida nos esboços da segunda fase, foi feita de forma arbitrária. De seguida apresentam-se os veículos redesenhados e as tecnologias que serão inseridas nos mesmos:

1º - Citroën DS – Célula de combustível, 2º - Jaguar E-Type – Híbrido (gasolina e eléctrico), 3º - Volkswagen Golf – Eléctrico Foto voltaico, 4º - Ferrari Testarossa – Eléctrico (*Plug-in*), e, por fim, 5º - Audi TT – Eléctrico (*Plug-in* com 4 motores).

3.2.1 - Citroën DS



Imagem 30- Citroën DS de 1954 [aj].

O Citroën DS cativou a atenção do público quando foi revelado no salão automóvel de Paris no ano de 1955. Este automóvel rompeu com as regras de design da sua época apresentando um design irreverente elaborado pelo escultor Flaminio Bertoni [19: p.187]. Este deu ao Citroën DS uma aparência que misturava o aspecto de tubarão com o estilo da era da exploração espacial. O sucesso deste automóvel foi grandioso logo desde o início porque marcava pela diferença ao mostrar um estilo de design que contrastava com o design habitual da época, destacando-se deste modo dos excêntricos e extravagantes estilos Barroco e Rocket, adoptados por outras marcas. No entanto, não era apenas o design que tornava este automóvel tão desejado, mas também a tecnologia inovadora que ele ostentava.

O Citroën DS foi “o pioneiro da suspensão hidráulica” [21]. Esta tecnologia permitia ao automóvel adaptar-se às mais variadas condições de terreno e também permitia a troca rápida de um pneu furado, fazendo-se elevar automaticamente em apenas três rodas. O DS permaneceu sempre com um estatuto inovador até à sua retirada do mercado em 1975.

A tabela 2 e a ilustração 1 apresentam as características gerais originais deste automóvel (Citroën DS).

Tabela 2 - Características do Citroën DS.

Altura	1,47m.
Largura	1,80m.
Comprimento	4,87m.
Localização do motor (MCI)	Frontal.
Localização do depósito de combustível (D)	Traseira, por baixo do porta-bagagem.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.1.1 – Estudo do design do Citroën DS

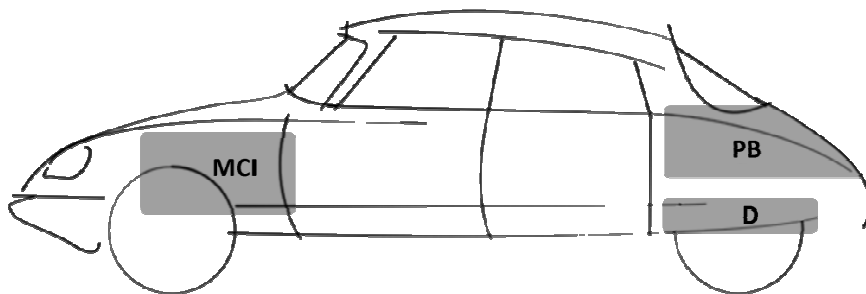


Ilustração 1 - Design original do Citroën DS incorporando a tecnologia de origem (legenda de símbolos na Tabela 2).

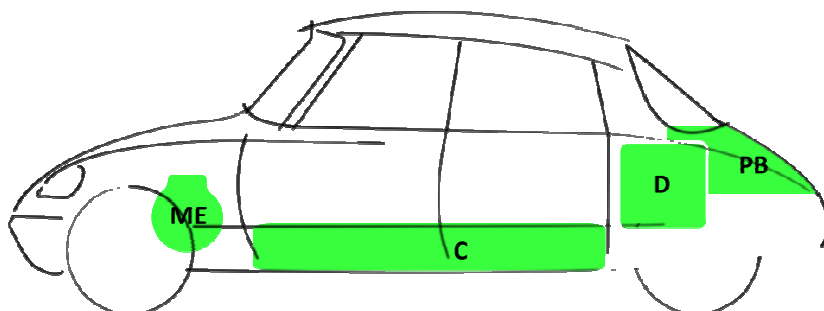


Ilustração 2 - Redesign proposto do Citroën DS incorporando a tecnologia de Célula de combustível de hidrogénio (legenda de símbolos na Tabela 3).

Tabela 3 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Citroën DS.

Altura	1,58m (+7%).
Largura	1,80m.
Comprimento	4,62m (-5%).
Localização do motor eléctrico (ME)	Frontal.
Localização do depósito de combustível (D)	Traseira, por baixo do porta-bagagem.
Localização da Célula (C)	Central, por baixo do habitáculo.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.1.2 - Comentário ao proposto redesign do Citroën DS

O Citroën DS é considerado um *Sedan* devido à configuração da sua carroçaria. Este automóvel incorpora uma motorização de combustão interna de gasolina na sua versão de origem. O motor deste automóvel situa-se na parte frontal, o qual é abastecido por um depósito de combustível situado na parte traseira do automóvel por baixo do porta-bagagem.

Para dar seguimento ao estudo do redesign do Citroën Ds, foi seleccionada a tecnologia de células de combustível (hidrogénio). Esta tecnologia pode ser totalmente disposta no chassis (ver subsecção 2.2.5.1). No entanto, visto que os automóveis actuais são construídos através de uma carroçaria autoportante (ver secção 1.3.3) apenas se tem em conta a arrumação da célula de processamento do combustível na parte inferior do automóvel, pelo que o tanque de combustível pressurizado que contém o hidrogénio fica representado um pouco acima da célula. O motor eléctrico, por sua vez, situa-se na parte frontal deste automóvel. Com este esboço da disposição desta tecnologia podemos observar que o automóvel fica um pouco mais alto (cerca de 15%, ver tabela 3), pelo que a incorporação da célula de processamento de combustível na parte inferior do veículo condiciona por sua vez a altura inicial do habitáculo. Em relação ao tanque de combustível de hidrogénio, este situa-se perto da bagageira pelo que poderá condicionar, de certa forma, o espaço da bagageira. Podemos verificar também que, devido às reduzidas dimensões do motor

eléctrico, a frente foi reduzida no seu comprimento, reflectindo-se desta forma, no comprimento total do automóvel, uma diminuição de 5% (ver tabela 3).

3.2.2 - Jaguar E-Type



Imagem 31 - Jaguar E-Type de 1961 [ak].

A era do Jaguar E-Type teve o seu início em 1961 quando foi revelado no salão anual de Genebra. Apresentava um design de perfil esguio que ostentava uma certa “sensualidade”. No entanto, não se tratava apenas de beleza. O design deste automóvel revelava-se bastante funcional, sobretudo por ter sido desenvolvido pelo aerodinamista Malcolm Sayer (1916-1970). O Jaguar E-Type chegou ao mercado em 1964, e actualmente ainda é considerado um dos automóveis mais bonitos de sempre, devido às suas elegantes proporções. Tal como Henry Fisker disse: *“Historicamente, o automóvel mais bonito, foi bonito por causa das suas esplêndidas proporções. O Jaguar E-Type: as suas proporções são bonitas”* [19: p.28].

A tabela 4 e a ilustração 3 apresentam as características gerais originais deste automóvel (Jaguar E-Type).

Tabela 4 - Características do Jaguar E-Type.

Altura	1,22m.
Largura	1,65m.
Comprimento	4,45m.
Localização do motor (MCI)	Frontal.
Localização do depósito de combustível (D)	Traseira, por baixo do porta-bagagem.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.2.1 – Estudo do design do Jaguar E-Type

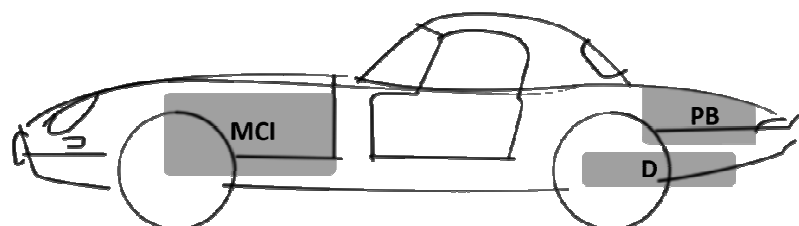


Ilustração 3 – Design original do Jaguar E-Type incorporando a tecnologia de origem (legenda de símbolos na Tabela 4).

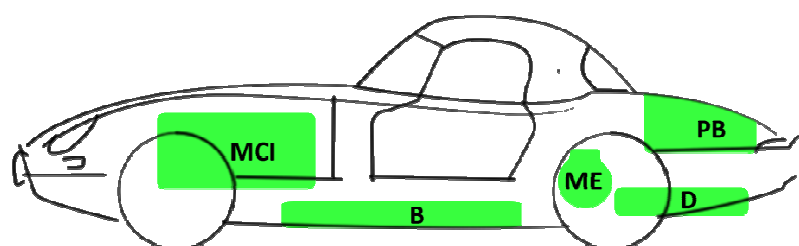


Ilustração 4 – Redesign proposto do Jaguar E-Type incorporando a tecnologia Híbrida (legenda de símbolos na Tabela 5).

Tabela 5 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Jaguar E-Type.

Altura	1,28m (+5%).
Largura	1,65m.
Comprimento	4,45m.
Localização do motor de combustão interna (MCI)	Frontal.
Localização do depósito de combustível (D)	Traseira, por baixo do porta-bagagem.
Localização do motor eléctrico (ME)	Traseira.
Localização do módulo de baterias (B)	Central, por baixo do habitáculo.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.2.2 - Comentário ao proposto redesign do Jaguar E-Type

O Jaguar E-Type é considerado um automóvel desportivo devido à configuração da sua carroçaria. Este foi produzido originalmente com um motor de combustão interna a gasolina, abastecido por um tanque de combustível situado na parte traseira, por baixo do porta-bagagem. Para dar seguimento ao estudo do redesign do Jaguar E-Type, adoptou-se a tecnologia híbrida, a qual comporta a utilização de um motor de combustão interna e um motor eléctrico alimentado por baterias. Ao fazermos a transição, em esboço, da tecnologia de combustão interna para a tecnologia híbrida, reparamos no aumento significativo do número de componentes, pelo que o Jaguar E-Type passa a envolver os quatro elementos essenciais, constituintes da tecnologia de propulsão híbrida. Assim, desta forma, podemos notar que houve um aumento das suas dimensões nomeadamente da altura (5%, ver tabela 5).

Para além disso, podemos verificar que, apesar do motor de combustão interna ter diminuído de tamanho (no redesign do Jaguar E-Type), pelo facto dos automóveis híbridos possuírem um motor de combustão interna mais pequeno do que os automóveis convencionais (ver secção 2.2.2), foi mantido o comprimento total original do automóvel com o intuito de preservar o estilo original deste.

Este estudo, apesar de evidenciar um aumento da altura do automóvel, demonstra que isto se sucedeu devido ao facto de as baterias terem sido “arrumadas” na parte inferior do automóvel, condicionando, tal como no estudo anterior do Citroën DS, a altura inicial do habitáculo. Desta forma concluímos que apesar de esta tecnologia possuir bastantes componentes necessários ao seu funcionamento, estes podem ser dispostos na carroçaria de várias formas pelo que cada solução terá uma implicação no design final do automóvel. Neste exemplo a altura foi influenciada, no entanto, poderão haver outras formas de acondicionar a tecnologia não apresentadas neste estudo e que por sua vez poderão até não comprometer em muito o design do automóvel.

3.2.3 Volkswagen Golf



Imagem 32 - Volkswagen Golf de 1974 [al].

“Não é um ícone do design mas sim um ícone do automóvel” [19: p.35]. O Volkswagen Golf, um dos pioneiros na adopção do motor a diesel, foi um dos mais populares automóveis produzidos pela VW, que se mantém no mercado até aos dias de hoje com seis diferentes gerações já produzidas. A primeira geração (ver imagem 32), foi desenhada por Giorgetto Giugiaro [19: p.195] e foi para o mercado em 1974 competindo com os automóveis da mesma gama já existentes no mercado tais como o Renault 5 e o Peugeot 104 [10]. A primeira geração do Golf viria a tornar-se um grande êxito para a marca Volkswagen por ter atingido um número elevado de vendas.

A tabela 6 e a ilustração 5 apresentam as características gerais originais deste automóvel (Volkswagen Golf).

Tabela 6 - Características do Volkswagen Golf.

Altura	1,37m.
Largura	1,67m.
Comprimento	3,80m.
Localização do motor (MCI)	Frontal.
Localização do depósito de combustível (D)	Traseira, por baixo do porta-bagagem.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.3.1 – Estudo do design do Volkswagen Golf

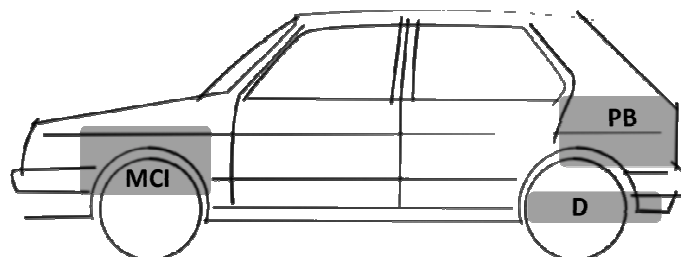


Ilustração 5 - Design original do Volkswagen Golf incorporando a tecnologia de origem (legenda de símbolos na Tabela 6).

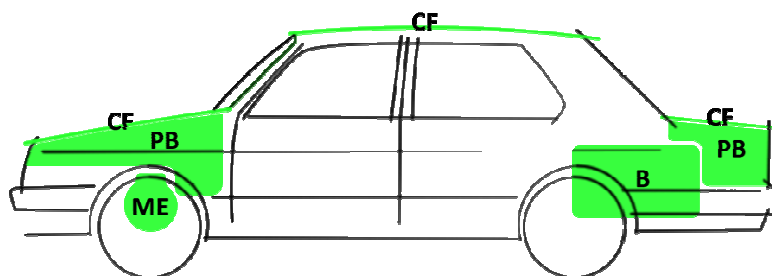


Ilustração 6 - Redesign proposto do Volkswagen Golf incorporando a tecnologia Eléctrica de captação Fotovoltaica (legenda de símbolos na Tabela 7).

Tabela 7 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Volkswagen Golf.

Altura	1,37m.
Largura	1,67m.
Comprimento	4,38m (+15%).
Localização do motor eléctrico (ME)	Frontal.
Localização das células fotovoltaicas (CF)	Frontal, central e traseira.
Localização do módulo de baterias (B)	Traseira.
Localização do porta-bagagem (PB)	Frontal e traseira.

3.2.3.2 - Comentário ao proposto redesign do Volkswagen Golf

O Volkswagen Golf é considerado um *hatchback* devido à configuração da sua carroçaria. A versão original do Golf é equipada com um motor de combustão interna colocado na parte frontal do automóvel. Este motor é alimentado por um tanque de combustível que fica situado na parte traseira do automóvel por baixo do porta-bagagem (ver ilustração 5).

Para este exercício foi seleccionada a tecnologia de células fotovoltaicas a qual requer a adopção de três elementos essenciais ao seu funcionamento. Foram ilustradas, na parte superior do automóvel, as células fotovoltaicas que alimentam um conjunto de baterias ilustradas na parte traseira do automóvel e que por sua vez, alimentam um motor eléctrico ilustrado na parte frontal do automóvel. Contudo, devido à baixa capacidade de absorção energética dos painéis solares (ver descrição na subsecção 2.2.3), tornou-se evidente a necessidade do aumento da superfície exterior deste automóvel aumentando, desta forma, o seu comprimento total (cerca de 15%, ver tabela 7), transformando-o desta forma num *sedan* (ver ilustração 6).

Como podemos ver no capítulo anterior (ver secção 2.2.3), este tipo de solução é considerada 100% sustentável. No entanto, a baixa eficiência energética ($280\text{W}/\text{m}^2$, ver secção 2.2.3) requer o aumento considerável da área do automóvel exposta a luz. Assim, o conjunto necessário ao funcionamento deste tipo de tecnologia torna-se demasiado grande e de certa forma impraticável, pelo que o aumento considerável do tamanho do automóvel revela-se uma solução pouco viável em termos ambientais dado que é necessário o uso excessivo de material contribuindo assim para o aumento do peso final do automóvel.

Com isto, podemos concluir que esta solução tecnológica é, até agora, a que mais influencia o design dos automóveis. Esta influência para além de ser inerente à sua textura e imagem está também dependente de uma grande área exposta à luz para produzir energia eléctrica suficiente para movimentar o motor eléctrico (ver ilustração 6).

3.2.4 - Ferrari Testarossa



Imagem 33 - Ferrari Testarossa de 1984 [am].

“A Ferrari teve no tempo certo o carro certo” [19: p.196]. O Ferrari Testarossa foi um ícone para a marca tornando-se um dos Ferraris mais influentes de todos os tempos. O seu design foi criado por Andrea Pininfarina, filho de Batista Pininfarina.

O estilo deste automóvel é bastante arrojado, sendo fortemente marcado pelas enormes entradas de ar nas laterais. Estas entradas conduzem o ar até aos radiadores e aos depósitos de combustível colocados lateralmente ao motor, o qual, por sua vez, está montado no meio do chassis. Este automóvel possui um design bastante icónico, pelo que, para além das suas entradas de ar bem vincadas nas portas, este automóvel possui os faróis traseiros tapados por grelhas de plástico preto que foram concebidas para condizer, de certo modo, com as laterais do automóvel.

A tabela 8 e a ilustração 7 apresentam as características gerais originais deste automóvel (Ferrari Testarossa).

Tabela 8 - Características do Ferrari Testarossa.

Altura	1,13m.
Largura	1,97m.
Comprimento	4,48m.
Localização do motor (MCI)	Central.
Localização do depósito de combustível (Dx2)	Dois depósitos situados nas laterais do automóvel.
Localização do porta-bagagem (PB)	Frontal.

3.2.4.1 – Estudo do design do Ferrari Testarossa

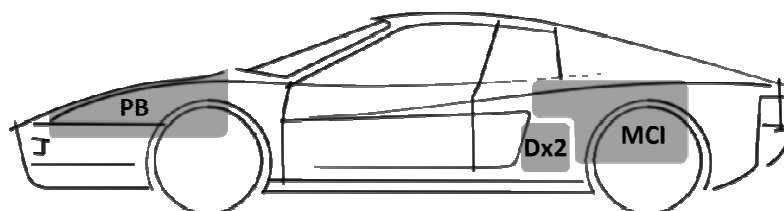


Ilustração 7 - Design original do Ferrari Testarossa incorporando a tecnologia de origem (legenda de símbolos na Tabela 8).

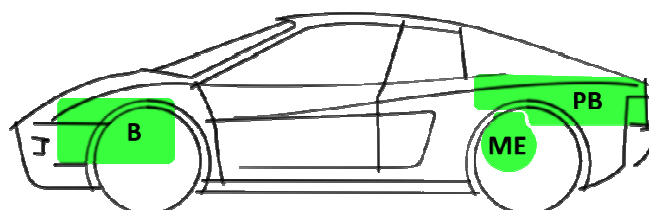


Ilustração 8 - Redesign proposto do Ferrari Testarossa incorporando a tecnologia Eléctrica (*Plug-in*) com apenas 1 motor (legenda de símbolos na Tabela 9).

Tabela 9 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Ferrari Testarossa.

Altura	1,13m.
Largura	1,97m.
Comprimento	3,67m (-18%).
Localização do motor eléctrico (ME)	Traseira.
Localização do módulo de baterias (B)	Frontal.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.4.2 - Comentário ao proposto redesign do Ferrari Testarossa

O Ferrari Testarossa é considerado um automóvel desportivo devido à configuração da sua carroçaria. O automóvel original possui o motor de combustão interna montado ao meio do chassis. Este motor é alimentado por dois tanques de combustível situados nas laterais deste, contribuindo deste modo para um melhor equilíbrio de forças em andamento, à medida que o combustível é consumido. A parte frontal do Ferrari Testarossa é reservada ao porta-bagagem (ver ilustração 7).

No redesign deste automóvel (Ferrari Testarossa) foi inserida a motorização eléctrica (*Plug-in*) a qual está conectada a um bloco de baterias que fornece a energia a esta. O motor eléctrico foi ilustrado ao centro do chassis tal como na versão original do Ferrari Testarossa (ver ilustrações 7 e 8). As baterias, por sua vez, foram ilustradas na parte frontal, deixando o espaço traseiro à volta do motor disponível para o porta-bagagem.

Devido às dimensões reduzidas da tecnologia seleccionada para este estudo e à sua flexibilidade de acomodação na estrutura do automóvel foi possível uma redução do tamanho do automóvel, nomeadamente do seu comprimento em cerca de 18% (ver tabela 9).

Aqui, a disposição dos componentes da tecnologia eléctrica *Plug-in*, tal como nos estudos anteriores, foi feita de forma discricionária. Poderíamos no entanto ter adoptado outras disposições dos componentes da tecnologia eléctrica *Plug-in* proporcionando outros atributos dimensionais ao automóvel. Dado que esta tecnologia pode ser disposta de forma agrupada sem comprometer a segurança do automóvel, podemos afirmar que a redução do comprimento deste automóvel poderia ser ainda maior. No entanto, para efeitos deste estudo, tornava-se um pouco inadequada pelo simples facto de se perderem as características de estilo deste automóvel. Podemos concluir desta forma que existe uma maior liberdade ou flexibilidade no design de veículos que encerrem este tipo de tecnologia de propulsão.

3.2.5 - Audi TT



Imagem 34 - Audi TT de 1999 [an].

O Audi TT é um automóvel especial em todos os sentidos. Foi apresentado no salão automóvel de Frankfurt em 1995, mostrando um design harmonioso elaborado por Freeman Thomas e Peter Schreyer. A sua forma homogénea quase faz parecer que há um eixo de simetria entre a parte frontal e a parte traseira do carro. Por outras palavras, o seu design *“é suave, possui linhas limpas e curvas inspiradas no movimento de design da Bauhaus de 1930 na Alemanha”* [19: p.197]. Este automóvel permaneceu no mercado durante oito anos tendo sido renovado no ano de 2006.

A tabela 10 e a ilustração 9 apresentam as características gerais originais deste automóvel (Audi TT).

Tabela 10 - Características do Audi TT.

Altura	1,34m.
Largura	1,76m.
Comprimento	4,04m.
Localização do motor (MCI)	Frontal.
Localização do depósito de combustível (D)	Traseira, por baixo do porta-bagagem.
Localização do porta-bagagem (PB)	Traseira.

3.2.5.1 – Estudo do design do Audi TT

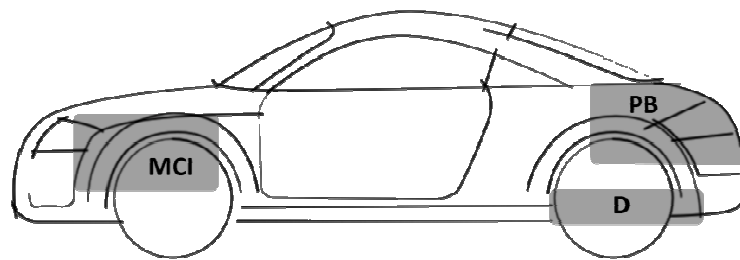


Ilustração 9 - Design original do Audi TT incorporando a tecnologia de origem (legenda de símbolos na Tabela 10).

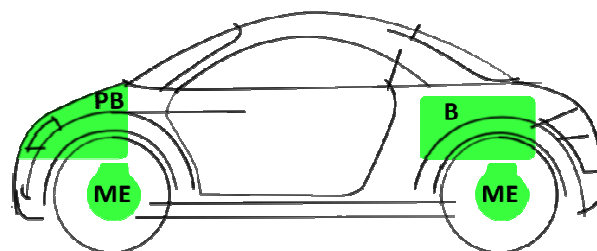


Ilustração 10 - Redesign proposto do Audi TT incorporando a tecnologia Eléctrica (*Plug-in*) com 4 motores acoplados às rodas (legenda de símbolos na Tabela 11).

Tabela 11 - Designação dos componentes inseridos no redesign do Audi TT.

Altura	1,34m.
Largura	1,76m.
Comprimento	3,42m (-15%).
Localização do motor eléctrico (ME)	Quatro motores, um em cada roda.
Localização do módulo de baterias (B)	Traseira.
Localização do porta-bagagem (PB)	Frontal.

3.2.5.2 - Comentário ao proposto redesign do Audi TT

O Audi TT é considerado um carro desportivo devido à configuração da sua carroçaria. Possui um tipo de motorização que é alimentada por combustíveis fósseis, neste caso a gasolina, e que é armazenada num depósito de combustível situado na traseira por baixo do porta-bagagem, enquanto que o motor se encontra inserido na parte frontal deste automóvel (ver ilustração 9).

Na ilustração 10, o design do Audi TT assume outra linguagem pelo facto de possuir outro género de tecnologia de motorização *Plug-in*. A motorização eléctrica inserida neste automóvel está dividida em 4 motores, distribuídos pelas 4 rodas do automóvel. Esta disposição, semelhante à do GM Autonomy (ver subsecção 2.2.5.1), permite que o design do Audi TT assuma maior liberdade apresentando uma diminuição de 15% no seu comprimento total ao mesmo tempo que esta disposição liberta espaço no seu interior, podendo desta forma conter um conjunto de baterias maior (proporcionando maior autonomia), ou um porta-bagagem maior (maior espaço de arrumação).

A distribuição da motorização eléctrica em 4 elementos proporciona maior libertação do espaço interno do veículo. Porém, neste estudo em particular, isto não é evidente, pelo facto de apenas possuímos uma vista lateral do automóvel. Apesar da enorme libertação de espaço e consequente flexibilidade concedida por esta tecnologia ao design do Audi TT, apenas foi diminuído o seu comprimento em 15% (inferior ao estudo anterior, ver subsecção 3.2.4.2) pelo facto de se preservar o estilo original.

Com isto podemos sugerir que a tecnologia eléctrica com os motores eléctricos distribuídos pelas 4 rodas permite que o design do automóvel seja mais flexível tal como acontece no GM Autonomy (ver subsecção 2.2.5.1). Para além disso podemos concluir que redução evidente do comprimento total do automóvel implica um menor uso de material contribuindo assim de forma mais sustentável para o meio ambiente.

3.3 – Nota Conclusiva

Neste capítulo estabeleceu-se uma relação entre o design dos automóveis e a tecnologia de propulsão adoptada por estes. Foi feito neste capítulo um estudo que procura encontrar evidências de alterações no design dos automóveis, conduzidas pela adopção de tecnologias ambientalmente mais sustentáveis do que as convencionais de combustão interna. Assim foi realizado um estudo baseado numa metodologia, criada pelo autor desta dissertação, baseada em duas fases que assentaram essencialmente no redesign de automóveis bastante disseminados no século XX. Com este estudo procurou-se identificar as alterações inerentes ao uso de motorizações mais ecológicas respondendo a um dos objectivos gerais desta dissertação, o qual procura as influencias no design automóvel conduzidas pela adopção de soluções ambientalmente sustentáveis.

Com este capítulo conclui-se que o design dos automóveis tanto no passado como no futuro poderá de certa forma, ser influenciado pelas tecnologias nele inseridas quer estas sejam ou não ambientalmente sustentáveis. Isto quer dizer que, no mercado conduzido pela funcionalidade, os produtos reflectem a sua sofisticação tecnológica. Por outras palavras, existe um número particular de restrições físicas impostas pelos componentes que o produto incorpora. Estas restrições levam ao designer ponderar não só aspectos de forma e tamanho mas também de peso, de transmissão térmica e relação entre a forma e a estrutura e entre os seus diferentes componentes [22]. Assim podemos concluir que existe, perceptivelmente, uma ligação entre a forma do automóvel e a tecnologia que ele incorpora.

Porém, a análise efectuada neste capítulo, por se limitar apenas à elaboração de esboços do perfil dos automóveis, não oferece uma resposta conclusiva de todas as condicionantes ou de toda a flexibilidade de design inerente à adopção das tecnologias ilustradas. Para além disso, o facto deste estudo ser desprovido de rigor, estando apenas baseado em imagens e fotografias não oferece uma resposta conclusiva pelo que existem aspectos que poderiam ser revistos. Este estudo beneficiaria da complementaridade da análise dimensional das tecnologias dado que

neste estudo em particular não houve qualquer consideração da informação dimensional das tecnologias de combustão interna ou mesmo das de célula de combustível. Este estudo beneficiaria também de uma análise da melhor disposição espacial da tecnologia no automóvel, tendo em conta aspectos dimensionais e aspectos de segurança.

Contudo, numa perspectiva geral, podemos afirmar que a tecnologia de células fotovoltaicas é a que mais condiciona o design dos automóveis devido ao facto de necessitar, actualmente, de uma grande área exposta à luz solar (ver secção 2.2.3), para além do sol propriamente dito. Para além disso podemos afirmar que a utilização das motorizações eléctricas proporciona grande liberdade de design dos automóveis pelo facto do seu rácio de potência sobre tamanho ser bastante elevado [ao].

A forma como a tecnologia é distribuída pelo espaço do automóvel também tem as suas implicações dimensionais. A tecnologia da célula de combustível em particular (ver subsecção 3.2.1.1), apesar de ser flexível em termos de disposição espacial, ao ser incorporada na parte inferior do automóvel condicionou a altura inicial do habitáculo contribuindo desta forma para o aumento da altura total do automóvel.

Desta forma, o que podemos concluir deste capítulo e do capítulo anterior desta dissertação, é que em termos de flexibilidade oferecida ao design e em termos de eficiência energética, a tecnologia eléctrica posiciona-se no topo da lista, tornando-se na tecnologia de eleição a utilizar no projecto apresentado no capítulo seguinte desta dissertação. Assim, tendo em conta que a adopção deste tipo de tecnologia actualmente não se encontra generalizada será conveniente para efeitos de projecto fazer um levantamento das necessidades de suporte e as necessidades energéticas que a motorização eléctrica requer. Atendendo ao facto de esta tecnologia depender de baterias e de infra-estruturas de suporte inovadoras procuramos elucidar elementos no capítulo seguinte para satisfazer dois objectivos desta dissertação, que assentam na compreensão dum projecto baseado em soluções ambientalmente sustentáveis alternativas às da empresa emergente Planet Better Place [ap].

Capítulo 4

Apresentação do projecto SharE©

O quarto capítulo apresenta uma solução de design ambientalmente mais sustentável, que procura conjugar todos os pontos abordados nesta dissertação. Este projecto visa responder à crescente preocupação de tornar o automóvel mais amigo do ambiente, mas conferindo-lhe toda a facilidade de uso inerente a este produto. O projecto SharE©, como veremos mais adiante, é uma solução de mobilidade sustentável elaborada com um princípio tecnológico sustentável. É elaborada de forma a questionar factores inerentes à viabilidade de propostas do género das da Planet Better Place [ap], respondendo deste modo à questão sobre que impacto terá a implementação de soluções deste género no paradigma automóvel futuro.

4.1- Nota Introdutória

A sustentabilidade ambiental é um problema actual, considerado na temática desta dissertação. Após a elaboração de um estudo exploratório sobre a influência das soluções sustentáveis no design automóvel apresentado nesta dissertação, afigura-se interessante apresentar um projecto no qual se pode verificar um novo estilo impulsionado pela busca de soluções sustentáveis. A solução ecológica actualmente mais viável que se prevê venha a substituir o actual paradigma do automóvel é a adopção em larga escala de automóveis eléctricos com baterias substituíveis [2].

Num estudo de Julho de 2009, da autoria de Thomas Becker, da Universidade da Califórnia, em Berkeley, foram divulgados os benefícios económicos ambientais e sociais da adopção dos automóveis eléctricos com baterias substituíveis. O estudo mostra como a tecnologia de substituição rápida de baterias conduz a uma maior adopção dos veículos eléctricos, bem como à diminuição das importações de petróleo, ao aumento do emprego, e à redução gradual e irreversível das emissões de gases com efeitos de estufa provenientes dos automóveis [2].

O estudo de Thomas Becker, referido, é o primeiro estudo sobre a previsão da adopção de veículos eléctricos com baterias substituíveis com contratos de pagamento por quilómetro que financiam os custos destas. Por outras palavras, as baterias deixam de fazer parte do automóvel, com efeitos sobretudo no acto de compra, havendo uma redução substancial no preço do automóvel que ronda os 5000€. As baterias são financiadas através de uma taxa imposta por quilómetro, no entanto, o preço final de propriedade ao longo do ciclo de vida destes automóveis será €0,07 mais barato por quilómetro do que os automóveis dependentes de combustíveis fósseis. Para além destes benefícios, a separação das baterias do automóvel afasta possíveis preocupações dos consumidores em relação à garantia e durabilidade destas. Esta permite também que as baterias sejam continuamente submetidas a inovações tecnológicas voltando aos automóveis sem necessidade de alterações estruturais [2].

O estudo de Thomas Becker prevê ainda que este tipo de solução seja responsável por 64% das vendas de veículos ligeiros até 2030. Para tal é necessário que a utilização destes veículos se possa apoiar em infra-estruturas de suporte capazes de competir com as actuais infra-estruturas (que suportam os automóveis a combustíveis fósseis) em termos de preço, gama, dispersão e fiabilidade. Este tipo de solução levará a um ganho líquido de até 350000 novos empregos e a uma redução de €150 mil milhões em cuidados de saúde associados às emissões de CO₂, apenas no universo do estado da Califórnia (E.U.A.) [2].

Deste modo, dado que a implementação da tecnologia de motorização eléctrica, combinada com baterias substituíveis, é considerada a solução mais viável actualmente por razões ambientais, económicas e financeiras, revela-se necessário estender este projecto às áreas de apoio à utilização do automóvel eléctrico, nomeadamente às infra-estruturas de apoio à sua utilização e às baterias.

A solução das baterias removíveis surge em resposta à ansiedade causada pelo longo período de tempo necessário ao carregamento das baterias e pela ainda mais reduzida autonomia deste tipo de automóveis (eléctricos), em comparação com os ainda convencionais. Começa a implementar-se a nível global uma instituição fundada pelo visionário Shai Agassi que pretende implementar em todo o mundo a infra-estrutura de substituição rápida de baterias dos automóveis eléctricos. A solução chave desta empresa ao nível tecnológico consiste na implementação de sistemas robóticos subterrâneos que proporcionam a rápida substituição das baterias dos automóveis eléctricos [ap].

Porém, os avanços em termos técnicos (ao nível das baterias) poderão ser melhorados, pelo que a solução apresentada pela empresa Planet Better Place revela alguns problemas. As baterias possuem uma dimensão predefinida concebida pela Planet Better Place [ap] e pelos fabricantes que com ela colaboram (Renault e Nissan) e os automóveis para o mercado são adaptados a este modelo de baterias. A adaptação dos automóveis implementados no mercado naqueles moldes torna-se incomportável, pelo facto de existir uma enorme variedade de dimensões de automóveis e nem todos os modelos poderão ser adaptados a este sistema. Este

conflito estrutural poderá originar um repensar do modelo das baterias que por sua vez originará um repensar da infra-estrutura de apoio, que, neste caso, é composta por um sistema robótico subterrâneo que substitui as baterias a partir da parte inferior dos automóveis. Devido a este conflito surge a necessidade de se pensar num projecto de um automóvel que facilite a substituição das baterias. Porém, neste ponto não será suficiente projectar apenas um automóvel eléctrico com baterias substituíveis, mas também, todo o seu paradigma. Existe uma necessidade de se ponderarem na fase de projecto os três principais elementos (bateria, o automóvel e a infra-estrutura) que proporcionarão a rápida e fácil adopção do automóvel eléctrico. É consoante a normalização ou standardização dos modelos de baterias dos automóveis e das infra-estruturas de apoio que se conseguirá a rápida e fácil adopção dos automóveis eléctricos.

Deste modo, surge o projecto SharE©¹⁸ que, para além de responder aos problemas da sustentabilidade ambiental actuais, mostra também uma alternativa aos moldes propostos pela empresa Planet Better Place [ap], preocupando-se com a rápida disseminação deste tipo de soluções através da criação de uma solução de baixo investimento, transformando a substituição robotizada das baterias num tipo de substituição manual. Este é um projecto elaborado pelo autor desta dissertação que procura mostrar as influências no design automóvel originadas quando a implementação de soluções ambientalmente sustentáveis se torna num objectivo a cumprir. Assim, como anteriormente referido, a elaboração deste projecto descortinou a necessidade de se unirem elementos conceptuais que promovam por sua vez a rápida adopção e generalização da tecnologia de propulsão eléctrica nos automóveis. Para além das condicionantes analisadas para esta solução ao nível do design dos automóveis, também se evidenciam requisitos ao nível do design das baterias e da infra-estrutura de suporte.

Assim, o projecto SharE© (Share Electric Energy) é um conceito que une os três elementos (bateria, automóvel e infra-estrutura) que por sua vez

¹⁸ SharE© - Copyright: André Camboa e Denis Coelho, 2009

promovem a esperada aceitação pelo mercado de um meio de transporte tecnologicamente mais sustentável (ver figura 2).

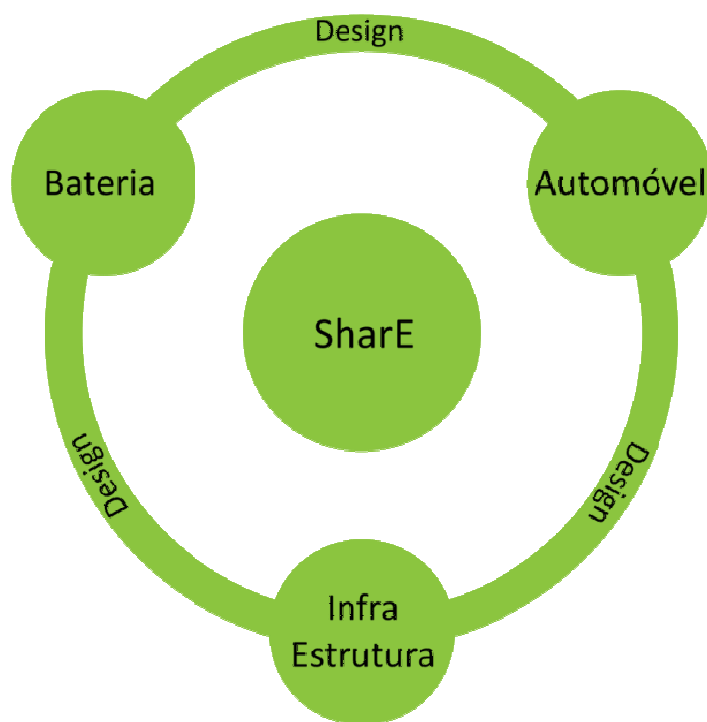


Figura 2 – Relação conceptual entre os elementos chave do projecto SharE.

A figura 2 representa os diferentes elementos (bateria, automóvel e infra-estrutura) que foram alvo de uniformização para a elaboração deste projecto. As baterias, o automóvel e a infra-estrutura são elementos concebidos em conjunto adaptando-se estruturalmente entre si, dando origem ao projecto SharE© que representa o novo paradigma do qual o automóvel poderá fazer parte integrante.

As secções e subsecções seguintes apresentam pormenores do projecto SharE© e detalhes sobre a sua elaboração.

4.2 - SharE©

SharE© é um projecto que coloca ao mesmo nível de importância a elaboração do automóvel, das baterias e da infra-estrutura de apoio. O automóvel é de dois lugares e está equipado com motorização eléctrica, com recarga de baterias

através de ligação à rede eléctrica (*plug-in*). Está também adaptado a um modelo de baterias e ostenta ainda a possibilidade da substituição rápida das mesmas. O automóvel está adaptado às baterias, do mesmo modo que as baterias estão adaptadas ao automóvel. Relativamente à infra-estrutura de apoio, esta pode assumir diversos contornos, e níveis de sofisticação e automatização diversos, desde nenhuma automatização (processo completamente manual) até a uma automação completa, passando por configurações de complexidade intermédia. Deste modo, pretende-se obviar ao problema identificado na proposta da Planet Better Place, que exige um elevado investimento para a criação de uma rede alargada de estações robotizadas de troca rápida de baterias, o que poderia constituir um entrave à disseminação rápida do veículo eléctrico.

Para a elaboração deste projecto foram discutidos vários pontos ao nível dos três elementos (baterias, automóvel e infra-estruturas) de modo a alcançar a solução final dando uma resposta às necessidades de alteração do paradigma automóvel, tornando-o ambientalmente mais sustentável.

4.2.1 – Baterias – Projecto SharE©



Imagem 35 – Baterias do conceito SharE©

As baterias foram concebidas tendo em conta vários aspectos. Atendendo à adopção de um sistema de troca de baterias manual ou parcialmente manual, houve a necessidade de considerar a interface humana como um dos principais requisitos para a concepção das proporções das baterias. Estabeleceu-se um peso limite de 5kg para cada bateria e um máximo admissível de 150kg para o

conjunto completo de baterias para o automóvel, que por sua vez será composto por 30 baterias.

Cada bateria tem 10cm de altura por 5cm de largura e 50cm de comprimento resultando em 2500cm³ de espaço interno para armazenamento de energia. Estas baterias do projecto SharE© podem conter, nos 2500cm³ de espaço disponível, as baterias lítio do modelo 18650 (as mesmas do Tesla Roadster, ver descrição da secção 2.2.4). Tendo em conta que o modelo de bateria 18650 possui um rácio de 496Wh/l de energia, cada bateria do projecto SharE© terá, desta forma, 1240Wh de energia disponível. Tendo em conta a densidade das baterias, cada unidade de 2500cm³ do modelo SharE© não deverá exceder os 3kg [16], o que é do ponto de vista ergonómico, extremamente recomendável. Estas proporcionarão, no seu conjunto de 30 baterias, 37,2kWh de energia.

Para além destes fortes atributos de reduzido peso e elevada capacidade de armazenamento de energia, estas possuem uma pega ergonómica de tecido para facilitar o seu manuseamento tanto na sua retirada na posição vertical como no seu deslizamento na horizontal. Estas têm ainda a função de quebrar a simetria da bateria de modo a evitar erros de orientação. Satisfazem objectivos ergonómicos preliminares que visam facilitar o manuseamento destas baterias durante o processo de substituição na estação de troca rápida de baterias (ver imagem 36).

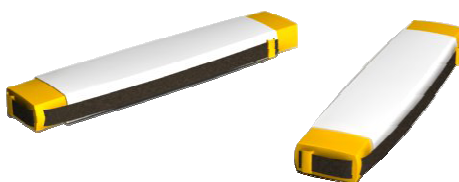


Imagem 36 - Baterias do conceito SharE© evidenciando a pega ergonómica de tecido.

4.2.2 – Automóvel – Projecto SharE©

Tal como as baterias, o automóvel também foi concebido tendo em conta a substituição da sua fonte de energia através de um método manual ou semi-

mecanizado. Foi concebido assim, um automóvel de pequenas dimensões não excedendo os 3,2m de comprimento adaptado ao modelo das baterias anteriormente mencionadas (ver imagem 37). Este foi um modelo inicial do automóvel do projecto SharE©.



Imagem 37 – Primeiro modelo conceptual do automóvel SharE©.

Porém, este modelo possuía alguns problemas ao nível aerodinâmico, pelo que numa consulta a um conceituado especialista de aerodinâmica [23] foram apontados alguns pormenores onde o design poderia ser melhorado (ver imagem 38) para responder melhor às necessidades de eficiência aerodinâmica.

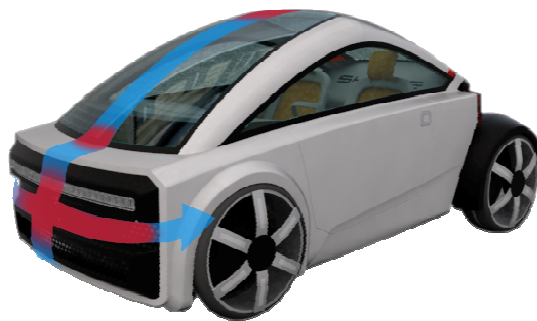


Imagem 38 – Primeiro modelo automóvel SharE© evidenciando os problemas de aerodinâmica (a vermelho na imagem: zonas de estagnação do fluxo de ar em torno do veículo em movimento).

Após a ponderada consideração dos aspectos aerodinâmicos apontados [23], o caminho de redesign deste automóvel tornou-se evidente. De forma a melhorar a aerodinâmica deste automóvel foram eliminados pormenores que

evidenciavam arestas e reentrâncias na zona frontal e superior. Estas alterações deram origem a um novo modelo mais eficiente em termos aerodinâmicos (ver imagem 39).

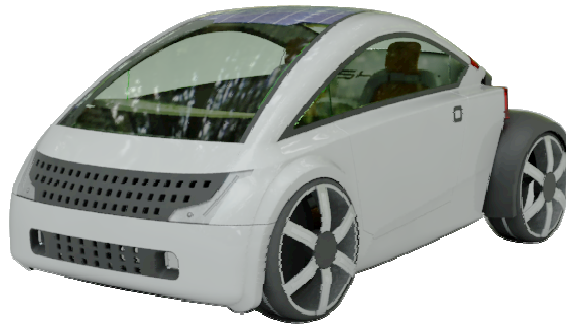


Imagem 39 - Segundo modelo do automóvel SharE©.

As arestas da frente e do tejadilho foram suavizadas. A frente do automóvel foi redesenhada adoptando uma linguagem de design diferente ao nível da grelha e dos faróis. O tejadilho foi um pouco rebaixado e foi-lhe inserido um painel fotovoltaico para auxiliar o recarregamento das baterias, contribuindo desta forma para uma maior autonomia do automóvel ao mesmo tempo que proporciona energia aos sistemas electrónicos e de climatização deste (ver imagem 40).



Imagem 40 - Segundo modelo do automóvel SharE© evidenciando o painel fotovoltaico.

A configuração do design deste automóvel divide-se em dois compartimentos específicos pelo que se pode designar por um automóvel de dois volumes. O primeiro volume é destinado ao porta-bagagem, a um motor de dimensões reduzidas e com uma potência máxima de 50kW (ver anexos). O segundo volume é destinado unicamente às baterias, tendo assim adaptado dimensionalmente a estas, promovendo a segurança e uma maior ergonomia da interface humana aquando da substituição rápida das baterias (ver ilustração 11).

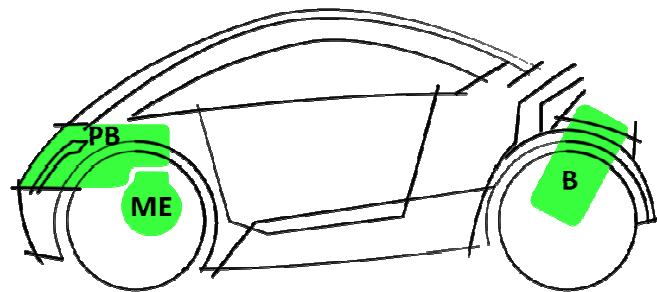


Ilustração 11- Design do segundo modelo do automóvel SharE© evidenciando os seus diversos elementos.

Tabela 12 – Características do automóvel do projecto SharE©.

Altura	1,40m
Largura	1,80m
Comprimento	3.20m
Localização do motor eléctrico (ME)	Frontal
Localização das baterias (B)	Traseira
Localização do porta-bagagem (PB)	Frontal

Como podemos ver na ilustração 11 e na tabela 12, o porta-bagagem e o motor ficam ambos situados na parte frontal do automóvel (1º volume), pelo que a parte traseira do automóvel fica totalmente disponível para albergar as baterias (2º volume). Em relação aos aspectos estilísticos, a grelha frontal servirá apenas como

tampa do porta-bagagem abrindo no sentido descendente ficando na horizontal quando totalmente aberta, facilitando o acesso ao porta-bagagem e o seu (des)carregamento (ver imagem 41).



Imagem 41 - Automóvel SharE© evidenciando as aberturas do porta-bagagem, do módulo das baterias e do habitáculo.

O porta-bagagem, tal como anteriormente referido, situa-se na parte frontal do automóvel. No entanto, este prolonga-se pelo interior da consola (ou tabliê) (ver imagem 42), que tem um comprimento considerável, compensando assim, a pequena frente, contribuindo deste modo para o aumento da segurança dos ocupantes.



Imagem 42 – Interior do automóvel SharE©.

Este automóvel possui apenas dois lugares, tornando-o, deste modo, num micro-automóvel que transporta apenas um ou dois passageiros no máximo. O segundo compartimento (2º volume) deste automóvel é unicamente destinado às baterias. A concepção deste automóvel foi feita de forma a responder aos objectivos de substituição manual das baterias e ao baixo investimento necessário à implementação da infra-estrutura de apoio a esta solução, pelo que este automóvel possui espaço no volume traseiro para conter 30 baterias iguais às da figura 35 (ver imagem 43).



Imagem 43 - Automóvel SharE© evidenciando o compartimento das baterias.

Atendendo ao facto de as 30 baterias do modelo SharE© proporcionarem 37,2kWh de energia e atendendo ao facto de este automóvel possuir um motor com uma potencia máxima de 50kW e uma potencia nominal de 30kW (ver anexos) podemos afirmar que este poderá andar durante 74 minutos à potência nominal, até esgotar a carga das baterias. Porém, atendendo aos cuidados aerodinâmicos postos no projecto e ao facto de este automóvel incidir numa construção sustentável ao nível dos materiais promovendo o baixo peso, auxiliado por um bloco de baterias de peso reduzido e um motor também de peso reduzido, será de considerar numa utilização extra-urbana à volta dos 90 km/h que a potência média utilizada seja de apenas 15kW. Com esta potência média e a esta velocidade média, estimamos a autonomia do veículo em 222km (ver cálculos seguidamente).

$1\text{J (Joule)} = 1\text{W (Watt)} \times 1\text{s (segundo)}$.

$37,2\text{kWh} / 30\text{kWh} = 1,24$ ou 124% de 1 hora (60 minutos).

$1,24 \times 60 = 74$ minutos.

$74 \times 2 = 148$ min ou sensivelmente 2 horas e meia.

$148\text{min} = 8880\text{s}$

$90 \text{ km/h} = 25\text{m/s}$

Raio de acção = $8880\text{s} \times 25\text{m/s} = 222\text{km}$

4.2.3 – Infra-estrutura de apoio – Projecto SharE©

A infra-estrutura de apoio foi delineada mantendo em vista a multiplicidade de possibilidades de materialização e o baixo investimento necessário à sua construção. A proposta conceptual que foi concebida ostenta um nível de automação intermédio, desprovida de elementos robóticos complexos ou de grandes dimensões, e está ilustrada na imagem 44. Note-se que nesta solução delineada se efectua manualmente a retirada das baterias sem carga eléctrica a partir do espaço a estas destinado no veículo para uma prateleira superior, que faz parte da infra-estrutura e que é posicionada manualmente numa posição favorável à operação. Desta forma, promovendo o baixo investimento, e uma flexibilidade na solução adoptada de materialização da infra-estrutura, contribui-se para uma rápida aceitação deste tipo de solução a nível mundial. Esta flexibilidade manifesta-se ao longo do binómio composto automação (conveniência) versus baixo custo da infra-estrutura (operação manual). Na solução concebida conceptualmente, ilustrada na imagem 44, o nível de automação é médio, com apoio na troca automatizada de baterias dentro da máquina informatizada e automatizada. O nível de conveniência neste caso também é intermédio, dado que existe manuseamento manual das baterias, mas este é limitado e está ergonomicamente salvaguardado. Considera-se que a esta solução corresponde um investimento de valor médio, que salvaguarda aspectos de segurança e permite ao mesmo tempo, um controlo visual e físico da operação (com algum exercício físico ligeiro: 30 repetições com intervalo de recuperação entre as duas séries, a primeira de

levantamento a distância ligeira e na vertical, e a segunda de abaixamento ligeiro e na vertical).



Imagem 44 – Estação de substituição rápida de baterias.

A estação de substituição rápida de baterias que foi concebida é composta por uma cobertura minimalista iluminada no seu perímetro e por uma máquina com sistema elevatório interior que possibilita a efectiva troca das baterias, com aceitação e entrega a partir de um pequeno sistema subterrâneo que faz a circulação das baterias entre os postos de troca e a zona de carga eléctrica das mesmas, a curta distância. Esta máquina providencia o acesso às baterias carregadas aliando à comunicação visual com o utilizador, a transacção comercial providenciada com interface constituído por um monitor LCD, altifalante, leitor de cartões e teclado. Assim, o utilizador deste serviço poderá através do monitor LCD ir verificando os passos a seguir no processo de troca das baterias. Preconiza-se deste modo um processo de troca bastante intuitivo, guiado por este sistema info-telemático.

As baterias são assim substituídas através de simples passos manuais a seguir pelo utilizador do serviço (ver imagens 46-50) num período de duração de poucos minutos (dois a cinco minutos, dependendo do ritmo do utilizador na retirada das baterias de 3kg do veículo e na posterior colocação das suas substitutas no mesmo lugar). As baterias são providenciadas à altura do automóvel através de um braço rotativo que será manuseado pelo utilizador (ver imagem 45).

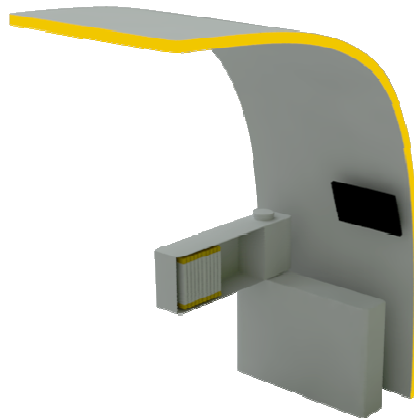


Imagem 45 – Estação, evidenciando o mecanismo de apoio à substituição.

O braço rotativo, como podemos ver na imagem anterior (imagem 45) providencia a troca rápida das baterias a uma altura razoável do solo, sendo esta um pouco superior à da tampa (aberta) do módulo traseiro do automóvel SharE©. Deste modo, o utilizador poderá manusear as baterias sem grande esforço, não só atendendo ao seu baixo peso (3kg, ver subsecção 4.2.1), mas também ao facto de este braço posicionar as baterias apenas ligeiramente acima do nível do automóvel. Isto quer dizer que o utilizador da estação de troca rápida de baterias não necessitará de grande esforço físico ou mesmo de executar nenhuma rotação ao nível do tronco, ou flexão lateral do tronco, para poder recarregar o seu automóvel (ver imagens 46-50), ficando acautelada a prevenção de lesões músculo-esqueléticas da coluna vertebral.

Esta estação integrar-se-á num conjunto que não serve apenas de meio de troca rápida de baterias mas também, de armazenamento e carregamento energético destas. As baterias poderão ser recarregadas e armazenadas no subsolo estando disponíveis no elemento de reposição das baterias. Podemos considerar este tipo de solução um problema de engenharia, pelo que o seu desenvolvimento remeter-se-á para um projecto engenharia multi-disciplinar.

As imagens a seguir ilustram os passos a seguir pelos utilizadores deste tipo de serviço. Com apenas 5 passos a seguir, no processo de substituição das baterias, o automóvel ficará pronto para seguir viagem.

1º passo - O automóvel fica imobilizado ao lado do posto de suporte à troca das baterias. O utilizador da estação, após validação na interface info-temática efectua a rotação do elemento de suporte das baterias posicionando-o acima do módulo traseiro do automóvel que contém as baterias descarregadas (ver imagem 46).

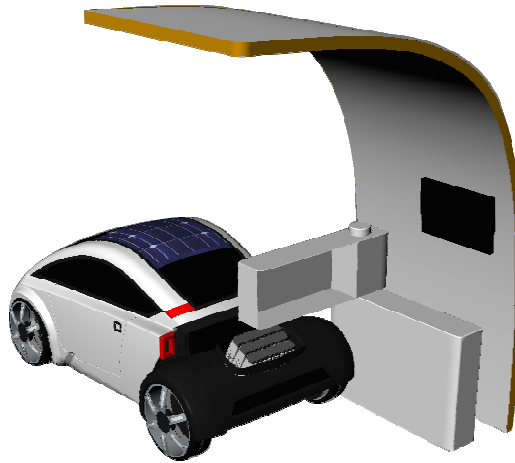


Imagem 46 – 1º passo do método de substituição rápida das baterias

2º passo - O indivíduo procede à remoção das baterias descarregadas presentes no automóvel, uma a uma colocando-as no sistema de suporte das mesmas (ver imagem 47).

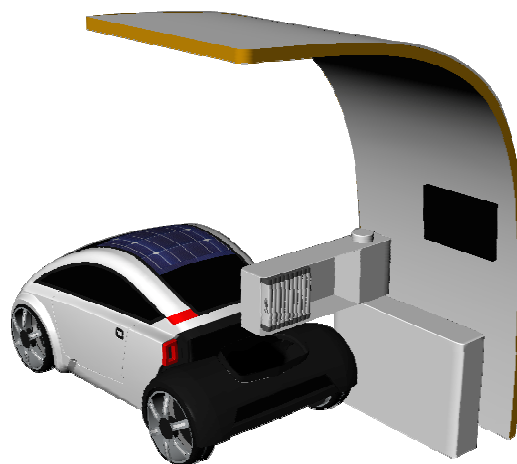


Imagem 47 - 2º passo do método de substituição rápida das baterias

3º passo - O indivíduo procede à rotação do elemento de suporte das baterias aguardando que este as substitua por baterias carregadas (ver imagem 48).

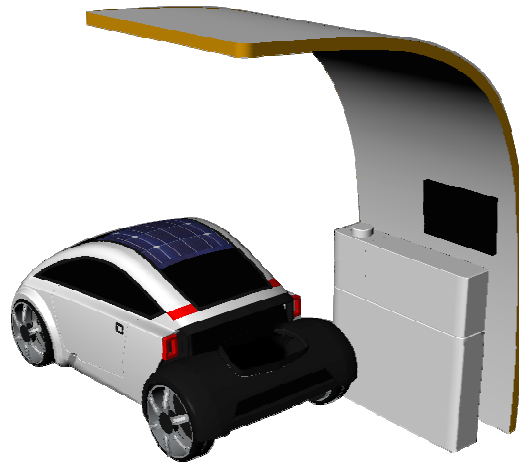


Imagem 48 - 3º passo do método de substituição rápida das baterias

4º passo - Após poucos segundos a troca efectuada pelo elemento de suporte das baterias fica concluída, pelo que o utilizador receberá no monitor LCD um aviso para proceder à abertura do elemento de suporte rodando-o de novo para cima do compartimento traseiro do automóvel (ver imagem 49).

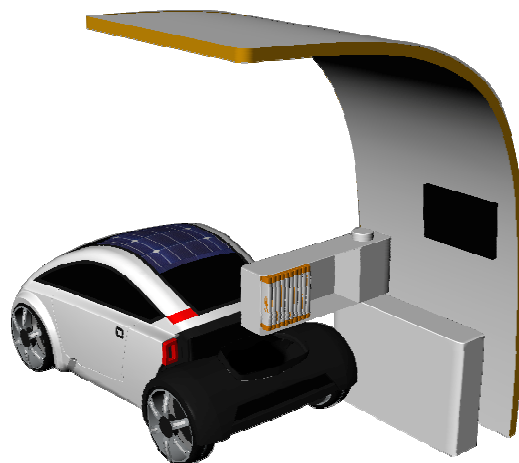


Imagem 49 - 4º passo do método de substituição rápida das baterias

5º passo - Por fim, o indivíduo procede à colocação das baterias carregadas no automóvel, ficando assim pronto para seguir viagem (ver imagem 45). Por cortesia para o utilizador seguinte deverá ainda encerrar o braço de suporte, de modo a facilitar a chegada do próximo veículo.

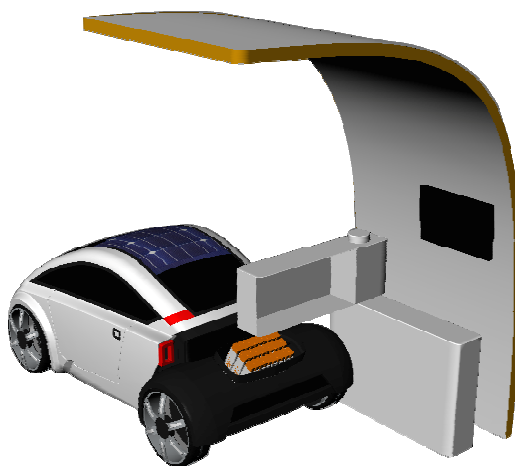


Imagem 50 - 5º passo do método de substituição rápida das baterias

Esta sequência apresenta-se simples e bastante intuitiva pelo que, aliada às informações oferecidas no monitor LCD e também às propriedades dimensionais das baterias, se torna num processo com potencial para ser implementado em grande escala a nível mundial. Esta solução poderia providenciar a rápida adopção dos automóveis eléctricos ao mesmo tempo que contribuiria para responder as necessidades de preservação ambiental que a actualidade nos exige.

4.3- Nota Conclusiva

Este capítulo foi elaborado de forma a procurar não só uma alternativa flexível à solução apresentada pela empresa emergente Planet Better Place [ap] para a troca rápida de baterias em rota, mas também, de forma a responder a dois objectivos desta dissertação. Um dos objectivos consiste em procurar perceber como seria o design de um automóvel ou um projecto de um automóvel baseado

numa solução ambientalmente sustentável. O outro objectivo consiste em procurar compreender quais são as implicações para o design do automóvel eléctrico, da infraestrutura de apoio à sua utilização e das baterias, conduzidas pela implementação de soluções para permitir uma mais rápida adopção do veículo eléctrico a nível planetário, em detrimento do veículo com motor de combustão interna.

Na elaboração deste projecto procurou-se adaptar a tecnologia envolvente ao veículo eléctrico às pessoas, melhorando a interface humana atendendo aos aspectos de peso, de dimensão e de facilidade de manuseamento das baterias. Isto deu origem ao projecto de baterias com reduzido peso, mas com elevada capacidade de armazenamento de energia, grande capacidade de manuseamento aliado às pegas de tecido (ver secção 4.2.1). O automóvel foi desenhado ostentando dois volumes específicos. O primeiro volume foi projectado para conter a motorização, o porta-bagagem e o habitáculo. O segundo volume foi pensado para albergar as baterias de modo a facilitar o acesso a estas por parte do utilizador desta solução. A infraestrutura proposta em conceito, posicionada a meio do composto dicotómico apresentado (automação e conveniência versus operação manual e baixo custo de investimento), foi elaborada tendo em conta a facilidade de utilização aliada a um processo bastante intuitivo apoiado por um sistema info-telemático que pode ser executado em 5 passos, demorando entre 2 a 5 minutos, dependendo do ritmo do utilizador na remoção e reposição das baterias.

Podemos concluir que em termos de design do automóvel a influência da tecnologia de propulsão se verificou, sobretudo ao nível do design da parte traseira do automóvel, devido à capacidade de substituição rápida de baterias e de esta substituição ser processada manualmente, acautelando os aspectos ergonómicos e para potenciar a rapidez. Assim, o módulo traseiro do automóvel adquiriu uma linguagem de design diferente do compartimento frontal deste. Podemos desta forma afirmar que a procura por soluções ambientalmente sustentáveis se reflectiu marcadamente no design deste automóvel. Contudo, dado que esta solução (de troca de baterias) é uma solução que implica o manuseamento de componentes sólidos, ao contrário das motorizações de combustão interna que

consomem energia de elementos líquidos ou gasosos, tornou-se evidente a necessidade de elaborar o design das baterias e da infra-estrutura de suporte à sua troca rápida em rota. Criou-se assim um elo conceptual intrincado entre os três elementos chave (baterias, automóvel e infra-estrutura) desta solução ambientalmente sustentável (ver figura 2).

Podemos concluir também que a implementação de soluções na linha da proposta apresentada, e noutras, semelhantes à da empresa Planet Better Place [ap], implicará certamente alterações de fundo no design dos automóveis.

Conclusão Final

Controlar as emissões poluentes é uma medida que se revelará fundamental a curto-médio prazo na preservação da vida no planeta. Deste modo, no início do século XXI deve reinterpretar-se o design automóvel vendo a sustentabilidade ambiental como objectivo primordial. A procura de soluções ambientalmente mais sustentáveis contribuirá para repensar o automóvel dando origem a conceitos inovadores que respondem aos problemas actuais de sustentabilidade ambiental [4].

Os carros de hoje têm em vista o novo milénio com a segurança e o meio ambiente como questões fundamentais. Uma boa aerodinâmica e o gradual aumento da eficiência energética dos motores de combustão interna, aliados à redução do peso foram grandes objectivos do design automóvel ao longo das décadas de 1950 a 1980; no entanto, estas preocupações são actualmente consideradas como dados adquiridos (ver capítulo 1). Não podemos contar apenas com a aerodinâmica e as melhorias de eficiência dos motores de combustão interna e da tecnologia envolvida no actual paradigma do automóvel para atingirmos os fins de sustentabilidade ambiental. Apostemos na substituição das motorizações de combustão interna (ver capítulo 2) pelos motores eléctricos aliados à possibilidade de troca rápida de baterias (para além da possibilidade do modo de carregamento *Plug-in*).

Porém, a adopção de novas tecnologias ambientalmente mais sustentáveis do que as de combustão interna acarreta necessariamente implicações ao nível do design dos automóveis (ver capítulo 3). Dado que a tecnologia eléctrica *Plug-in* é a solução tecnológica mais promissora em termos dimensionais e em termos de eficiência energética, percebemos que esta pode também influenciar o design dos automóveis, devido ao accionamento, às baterias e também aos elementos da infraestrutura inerentes à implementação desta solução (ver capítulo 4).

Tendo em conta o percurso que esta dissertação seguiu e tendo em conta os objectivos principais que esta dissertação procurou alcançar, buscando a compreensão das influências transmitidas ao design automóvel pela adopção de

soluções ambientalmente sustentáveis no automóvel, podemos concluir que a busca de soluções ambientalmente mais sustentáveis afecta o design do veículo tanto directamente (no que diz respeito ao design do automóvel *per se*) como indirectamente (no que concerne à adaptação do design do automóvel para se adequar às baterias e à infra-estrutura de apoio à utilização).

Proposta para trabalhos futuros

Tendo em conta o trabalho efectuado nesta dissertação e os temas levantados para a sua elaboração, afigura-se interessante explorar um pouco mais a temática da influência das soluções sustentáveis no paradigma dos transportes.

1 - De acordo com a solução de design, do conceito GM Autonomy, ao qual esta dissertação faz referência, seria interessante conhecer ainda mais as possibilidades inerentes a este tipo de solução para a concepção generalizada de veículos deste tipo no futuro. Sem nos restringirmos à tecnologia usada neste conceito da GM (célula de combustível alimentada por hidrogénio), seria interessante fazer um estudo sobre as vantagens de a população mundial adquirir apenas a carroçaria em vez do automóvel no seu todo (chassis e carroçaria) tendo em conta que a carroçaria não dura o mesmo tempo que o conjunto mecânico do chassis, por factores de tendências moda e necessidades pessoais. Tendo em conta que os automóveis nos dias de hoje são construídos com carroçaria autoportante que engloba os avanços em termos de segurança levados a cabo nas últimas décadas, seria necessário voltar aos métodos de construção obsoletos mas preservando os avanços em termos de segurança das carroçarias autoportantes. Seria interessante também perceber quais seriam as vantagens em termos ecológicos resultantes da implementação desta solução, visto que o chassis poderia durar o mesmo tempo de vida de várias carroçarias contribuindo para um menor gasto de recursos por cada automóvel produzido.

2 - Em relação ao projecto apresentado no 4º capítulo desta dissertação intitulado de SharE©, seria interessante repensar os aspectos de design do automóvel, das estações de troca rápida das baterias e das próprias baterias, contribuindo para um projecto de carácter inovador que se na adopção por empresas fabricantes de automóveis e de baterias e por distribuidoras de energia. Sendo que o Projecto SharE© é ainda um projecto embrionário poder-se-ia desta forma explorar aspectos de design tanto ao nível do automóvel como das baterias e até das estações de troca rápida de baterias podendo deste modo levar a um projecto

inovador com novas soluções que tornem esta ideia ainda mais viável. Para além disso, seria interessante averiguar a viabilidade da inserção de sistemas robóticos de dimensões reduzidas para o apoio à troca rápida de baterias dos automóveis, com a finalidade de diminuir o esforço humano, necessário a esta tarefa na forma apresentada nesta dissertação.

3 – 700 Wh/kg! Dado que a tecnologia de armazenamento de energia está em constante evolução afigura-se interessante ponderar o design de um automóvel que contenha baterias com esta capacidade energética. Assim, tendo em conta o elevado rácio de armazenamento de energia e tamanho esperado para as baterias num futuro relativamente próximo, considera-se que o design dos automóveis e até mesmo o design das baterias seja bastante “livre”. Assim podemos ponderar o design de um automóvel super compacto que utilize baterias de tamanho reduzido e que, ao mesmo tempo, estas sejam substituídas ainda mais facilmente do que as do projecto SharE© apresentado. Esta tecnologia revelar-se-ia de dimensões tão reduzidas que, sob qualquer perspectiva, não seria evidenciada no design do automóvel.

4 – O estilo de um produto segue a tecnologia nele inserida? Desde o início desta dissertação se tem vindo a defender a relação existente entre o estilo do automóvel e a tecnologia nele inserida, pelo que seria interessante perceber a ligação existente entre o estilo de um produto e a tecnologia que ele possui. De forma a aprofundarmos a existência desta relação em produtos tecnológicos tecnologia, seria relevante realizar um trabalho que abordasse os avanços tecnológicos relacionando-os com a forma estilística do produto, percebendo desta forma quais as restrições que os componentes colocam à criação da forma dos objectos.

Referências

[1] JÄRVINEN, Pertti; “On a variety of research output types”; (17pag); University of Tampere Department of Computer Sciences; Series of Publications D- Net Publications; D-6, December 2004.

[2] BECKER, Thomas; “Electric Vehicles in the United States, A New Model with Forecasts to 2030”; (32pag); Center for Entrepreneurship & Technology (CET) Technical Brief; University of California, Berkley; July 9, 2009.

[3] TUMMINELLI, Paolo; “Car Design”; (400pag.); Taschen; 2004.

[4] MCAULEY, John W.; “Global Sustainability and Key Needs in Future Automotive Design”; (3pag.) Environmental Science & Technology, is published by the American Chemical Society; Washington, DC; Environmental Science and Technology; 2003.

[5] EBERHARD, Martin and TARPENNING Marc; “The 21st Century Electric Car”; (10pag.); Tesla Motors Inc; 6 October 2006.
(disponível em linha através do site www.teslamotors.com).

[6] GILLESPIE, “Thomas D; Fundamentals of Vehicle Dynamics”; (519pag.); Society of Automotive Engineers, Inc; 400 Commonwealth Drive; Warrendale, PA 15096-0001; 1992.

[7] HESKETT, John; “Industrial Design”; (216pag); Thames &Hudson; World of Art; 2004.

[8] COELHO, D. A. Tradução para a língua portuguesa da obra de Paolo Tumminelli, intitulada de “Car Design”, para utilização em unidades curriculares de Design Industrial e Engenharia; 2007.

- [9] CASTRO Miguel; “ Injecção a Gasolina” (124pag.) Plátano; Edições Técnicas; 1989.
- [10] BURGES, David e COLE, Lance; “Nova Enciclopédia Ilustrada do Automóvel”; (560pag.) Organização de David Burges; Revisão e actualização de Lance Cole; Editorial Estampa; 2001.
- [11] VLASIC, Bill; “Detroit Goes for Electric Cars, but Will Drivers?”; (2pag.) New York Times; Published: January 10, 2009.
(Disponível em linha através da hiperligação:
<http://www.nytimes.com/2009/01/11/business/11electric.html>).
- [12] MACLEAN Heather L and LAVE, Lester B.; “Life Cycle Assessment of Automobile/Fuel Options”; (8pag.); Department of Civil Engineering; University of Toronto, Canada; Environmental Science and Technology; 2003.
- [13] ROSS, D. K.; “Hydrogen Storage: The major technological barrier to the development of hydrogen fuel cell cars”; (6pag.); Institute for Materials Research; University of Salford; UK; Elsevier; 2006.
- [14] TSUNOMURA, Yasufumi; YOSHIMINE, Yukihiro; TAGUCHI, Mikio; BABA, Toshiaki; KINOSHITA, Toshihiro; KANNO, Hiroshi; SAKATA, Hitoshi; MARUYAMA, Eiji; TANAKA, Makoto; “Solar Energy Materials & solar Cells; Twenty-two Percent Efficiency HIT Solar Cell”; (6pag.); Solar Energy Materials and Solar Cells; Elsevier; 2009.
- [15] BERDICHEVSKY, Gene; KELTY Kurt, STRAUBEL, JB and TOOMRE Erik; “The Tesla Roadster Battery System”; (5pag.); Tesla Motors; August 16, 2006.
(disponível em linha através do site www.teslamotors.com).

[16] HOPP, Richard; (VP Corporate Development International Telecom Power of Canada); MILLER, Dave; (Chief Technology Officer Mountain Power Inc. Canada); “Next generation lithium ion battery for telecommunication distributed power systems”; (8pag); Battcon® 2010 International Stationary Battery Conference and Trade Show; Proceedings Battcon® 2007 Conference, Tampa, FL; 2007

(disponível em linha através da hiperligação:

<http://www.battcon.com/PapersFinal2007/HoppPaper2007.pdf>)

[17] STROMAN, Anders Hammer; SOLLI, Christian and HERTWICH, Edgar G.; “Hybrid Life-cycle Assessment Of natural Gas Based fuel Chains For Transportation” (8pag.); Industrial Ecology Program; Norwegian University of Science and Technology, Norway; Environmental Science and Technology; 2006.

[18] SHINNAR, Reuel; “The hydrogen economy, fuel cell and electric cars”; (22pag.); Department of Chemical Engineering; The City College of New York; Technology in Society; Elsevier; 2003.

[19] LEWIN, Tony; “How To, Design Cars Like a Pro”; (208pag.); Motorbooks International; 2003.

[20] BURNS Larry; (GM Vice President, R&D and Planning) “GM Autonomy Press Conference North American Auto Show”; Detroit, Michigan; January 15, 2002.

(disponível em linha através da hiperligação:

http://sysdoc.doors.ch/GM/autonomy_burns.pdf).

[21] LILLYWHITE, David; “The Encyclopedia of Classic Cars”; (448pag.); General Editors; 2003.

[22] CRILLY, Nathan; MOULTRIE, James and CLARKSON, P. John; “Shaping things: intended consumer response and the other determinants of product form”; (30pag.); Engineer Design Centre; Department of engineering; University of Cambridge; Design Studies; Vol. 30; Elsevier; 2008.

[23] MARQUES, J.C.P.; Comunicação pessoal sobre os princípios da aerodinâmica automóvel; Universidade da Beira Interior Junho de 2009.

[24] ROMM, Joseph; “The car and the fuel of future”; (6pag.); Center of Energy and Climate Solutions; USA; Energy Policy; Elsevier; 2005.

Webgrafia

[a] www.venturi.fr

[b] www.dieselstation.com

<http://www.dieselstation.com/pics/Venturi-Astrolab-pics.jpg>

(acedido a 21 de Julho de 2009)

[c] www.teslamotors.com

[d] www.cargurus.com

<http://www.cargurus.com/blog/wp-content/uploads/2009/03/tesla-s-roof.jpg>

(acedido a 21 de Julho de 2009)

[e] www.ted.com

http://www.ted.com/talks/lang/eng/shai_agassi_on_electric_cars.html

[f] http://images.thecarconnection.com/sml/curved_dash_oldsmobile_100006538_s.jpg

(acedido a 7 de Julho de 2009)

[g] <http://www2.uol.com.br/bestcars/carros/ford/ford-t-6.jpg>

(acedido a 7 de Julho de 2009)

[h] http://images03.olx.pt/ui/1/15/22/12501322_1.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[i] [http://1.bp.blogspot.com/_JY05udiA-](http://1.bp.blogspot.com/_JY05udiA-jY/Sa9yUFHb4_I/AAAAAAAAARg/lwnOO35y7KM/s400/Cadillac-1949+Sixty+Two+Convertible+V8-160hp-2g.jpg)

[jY/Sa9yUFHb4_I/AAAAAAAAARg/lwnOO35y7KM/s400/Cadillac-1949+Sixty+Two+Convertible+V8-160hp-2g.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_JY05udiA-jY/Sa9yUFHb4_I/AAAAAAAAARg/lwnOO35y7KM/s400/Cadillac-1949+Sixty+Two+Convertible+V8-160hp-2g.jpg)

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[j] /www.pursiaisenauto.com

<http://www.pursiaisenauto.com/kuvia2/fiat600%2071.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[k] www.howstuffworks.com

<http://static.howstuffworks.com/gif/1954-1965-alfa-romeo-giulietta-giulia-6.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[l] www.diseno-art.com

http://www.diseno-art.com/images/Buick_Le_Sabre_Concept.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[m] www.classicar.com

http://www.classicar.com/photopost/data/539/56lincoln_continental_mk2.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[n] www.cartype.com

http://www.cartype.com/pics/6681/small/cadillac_eldorado_biarritz_59.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[o]http://img.infocoches.com/img/pontiac/1963-Grand-Prix/pontiac_1963-Grand-Prix-001_1.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[p]http://gallery.mg-rover.org/data/578/59211971_Rover_P6_3500_V8_1_.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[q] www.supercars.net

http://www.supercars.net/carpics/947/1976_Lamborghini_CountachLP4001.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[r] www.lovefords.org

http://www.lovefords.org/71bic/images/1971_mercury_marquis_bic_001.jpg (acedido a 17 de Junho de 2009)

[s] www.netcarshow.com

http://www.netcarshow.com/volkswagen/1974-golf_i/800x600/wallpaper_01.htm
(acedido a 17 de Junho de 2009)

[t] <http://www2.uol.com.br/bestcars/carros/renault/antigos/18-turbo-1.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[u] www.edmunds.com

<http://www.edmunds.com/media/news/column/letterstoeditors/04.june/96.toyota.preview.500.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[v] www.carpages.co.uk

http://www.carpages.co.uk/volkswagen/volkswagen_images/volkswagen_new_beetle_06_08_05.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[w] http://z.about.com/d/cars/1/0/m/n/2002_ford_focus_zx5.jpg

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[x] www.netcarshow.com

http://www.netcarshow.com/audi/1999-tt_coupe/800x600/wallpaper_01.htm

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[y] <http://automoti.files.wordpress.com/2009/04/chrysler-300c.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[z] www.carmagazine.co.uk

<http://www.carmagazine.co.uk/upload/9176/images/1RenaultAvantime.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[aa] <http://br.geocities.com/capri7000/ita/thesis.jpg>

(acedido a 17 de Junho de 2009)

[ab] www.partstrain.com

http://www.partstrain.com/images/The_Auto_Blog/toyotaprius.jpg

(acedido a 17 de Julho de 2009)

[ac] www.toyota.com

[ad] www.howstuffworks.com

[ae] www.aptera.com

[af] www.businesspundit.com

<http://www.businesspundit.com/wp-content/uploads/2009/05/tesla-roadster.jpg>

(acedido a 20 de Junho de 2009)

[ag] www.blogcdn.com

http://www.blogcdn.com/www.autoblog.com/media/2009/01/aptera-2e-render-1_opt.jpg

(acedido a 20 de Junho de 2009)

[ah] www.canadiandriver.com

http://www.canadiandriver.com/news/02images/autonomy_concept2.jpg

(acedido a 20 de Junho de 2009).

[ai] www.canadiandriver.com

http://www.canadiandriver.com/news/02images/autonomy_skateboard.jpg

(acedido a 20 de Junho de 2009).

[aj] www.netcarshow.com

http://www.netcarshow.com/citroen/1960-ds_19/800x600/wallpaper_01.htm

(acedido a 18 de Março de 2009)

[ak] www.netcarshow.com

http://www.netcarshow.com/jaguar/1971-e-type/800x600/wallpaper_03.htm

(acedido a 18 de Março de 2009)

[al] www.netcarshow.com

http://www.netcarshow.com/volkswagen/1974-golf_i/800x600/wallpaper_02.htm

(acedido a 18 de Março de 2009)

[am] www.fantasycars.com

http://www.fantasycars.com/derek/cars/images/ferrari/testarossa_1.jpg

(acedido a 18 de Março de 2009)

[an] www.netcarshow.com

http://www.netcarshow.com/audi/1999-tt_coupe/800x600/wallpaper_02.htm

(acedido 18 de Março de 2009)

[ao] www.uqm.com

[ap] www.betterplace.com

Anexos

A secção dos anexos contém o resumo de uma a comunicação a apresentar em Novembro de 2009 numa conferência que irá decorrer na Universidade da Beira Interior. Nesta conferência será apresentado o projecto SharE©. Os anexos contêm também um catálogo com as informações acerca do motor UQM seleccionado para fazer parte do automóvel patente no projecto SharE©.

Conferência Engenharia 2009 - Inovação e Desenvolvimento - Novembro de 2009**Título da Comunicação**

SharE© - a two seater electrical vehicle with quick range extension capability provided with minimal infrastructure - an industrial design engineering system concept

Autores da Comunicação

André Camboa e Denis Coelho

Abstract (resumo)

Electrical vehicle technology has been around for over a century. The deterrents to electrical vehicle adoption have been widely discussed, and include system's lockage to internal combustion engines, lack of major manufacturers interest in developing the EV market, and major consumer anxiety concerning reduced autonomy of EVs. Since industrial design engineering takes a systems approach to design, an effort has been made to bring forward a system's concept that tackles the major deterrent to EV adoption that is still prevalent today: reduced autonomy. The vehicle proposed enables a quick en-route exchange of batteries, requiring only but minimal equipment at the battery exchange station, which stands in favour of this EV system's quick adoption, even in developing nations. While only minimal equipment is necessary for the en-route battery exchange, added convenience and speed of battery change can be achieved with more sophisticated equipment installed at battery exchange stations where depleted vehicle batteries are swiftly exchanged by fully charged ones in a matter of only a couple of minutes. The vehicle proposed has standard *plug-in* capability for regular battery charge. It also is based on a notion of ownership which goes beyond common entrenched models, since car ownership does not include the battery system, which is only borrowed, and is owned by the companies, or associations of companies, that are to provide the quick en-route battery exchange capability. The paper presents the design results attained so far, and develops the arguments in favour of the system's concept proposed, as well as the steps taken to disseminate the concept of system proposed.

HiTor®



For electric, hybrid electric, and fuel cell powered vehicles



Key Features:

- 440 Nm peak torque
- 50 kW peak, 30 kW continuous motor power
- 50 kW peak, 30 kW continuous generator power
- Full Power at 240-420 VDC
- EV/HEV traction drive or HEV starter/generator system
- Efficient, power dense, brushless permanent magnet motor
- Microprocessor-controlled inverter with sine wave drive
- Application-friendly graphical user interface
- Regenerative Braking

Driver Electronics Incorporate:

Serial communication
CAN bus compatibility
Diagnostic capability
Temperature sensing/alarm
Speed sensing
Graphical user interface

Benefits:

Tight voltage regulation
Improved braking and extended range
Suitable for automotive applications
Enhanced thermal management
Torque, speed, and voltage control modes
Rugged, weatherproof enclosure
Liquid cooling
Light weight

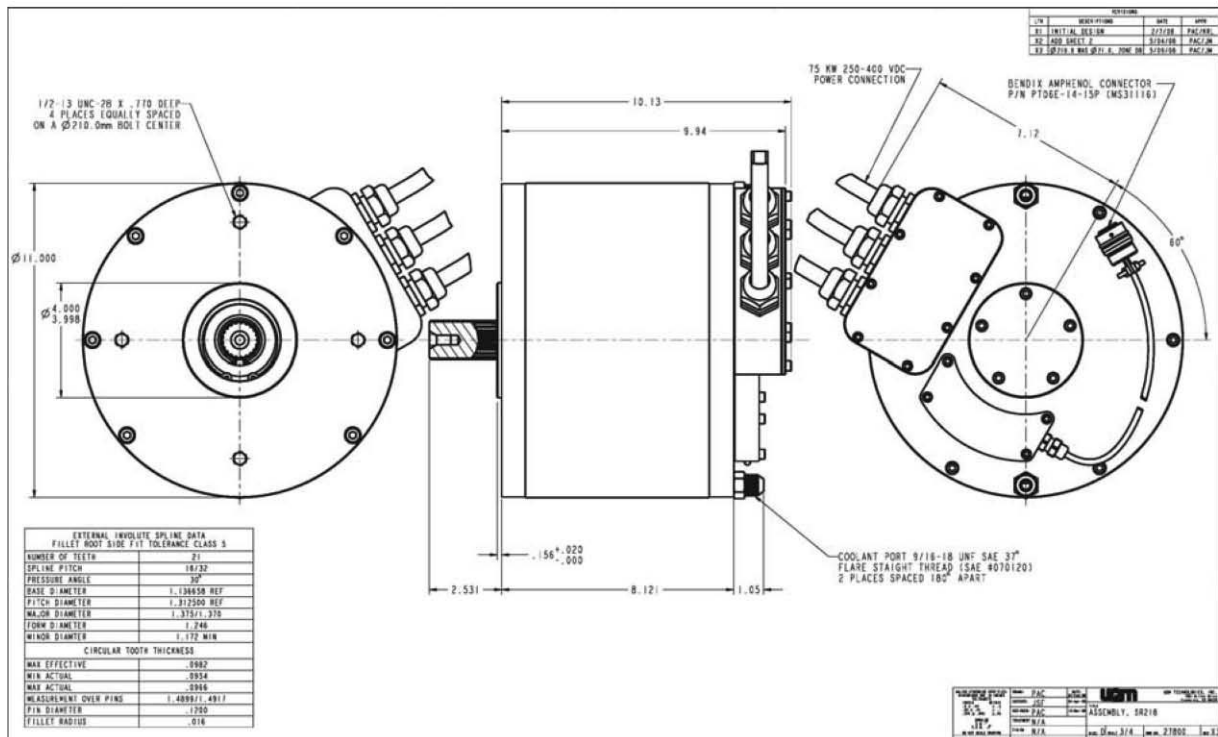
UQM380 Brushless PM Motor/Generator

Dimensions

Length	9.94 in	252 mm
Diameter	11.00 in	280 mm
Weight	90 lb	41 kg

Performance

Peak power	67 hp	50 kW
Continuous power	40 hp	30 kW
Peak torque	325 lbf•ft	440 N•m
Continuous torque	133 lbf•ft	180 N•m
Maximum speed	6500 RPM	
Maximum efficiency	93%	
Power density (based on 50 kW)	0.74 hp/lb	1.22 kW/kg



DD45-400L Inverter/Controller

Operating Voltage

Nominal input range	240 to 420 VDC
Operating voltage input range	240 to 420 VDC
Minimum voltage limit	240 VDC
Input current limitation	400 A

Inverter Type

Control type	PWM & phase advance, 3-Phase Brushless PM
Power device	IGBT module half bridge × 3
Switching frequency	12.5 kHz
Standby power consumption	17 W (inverter and microprocessor)

Dimensions

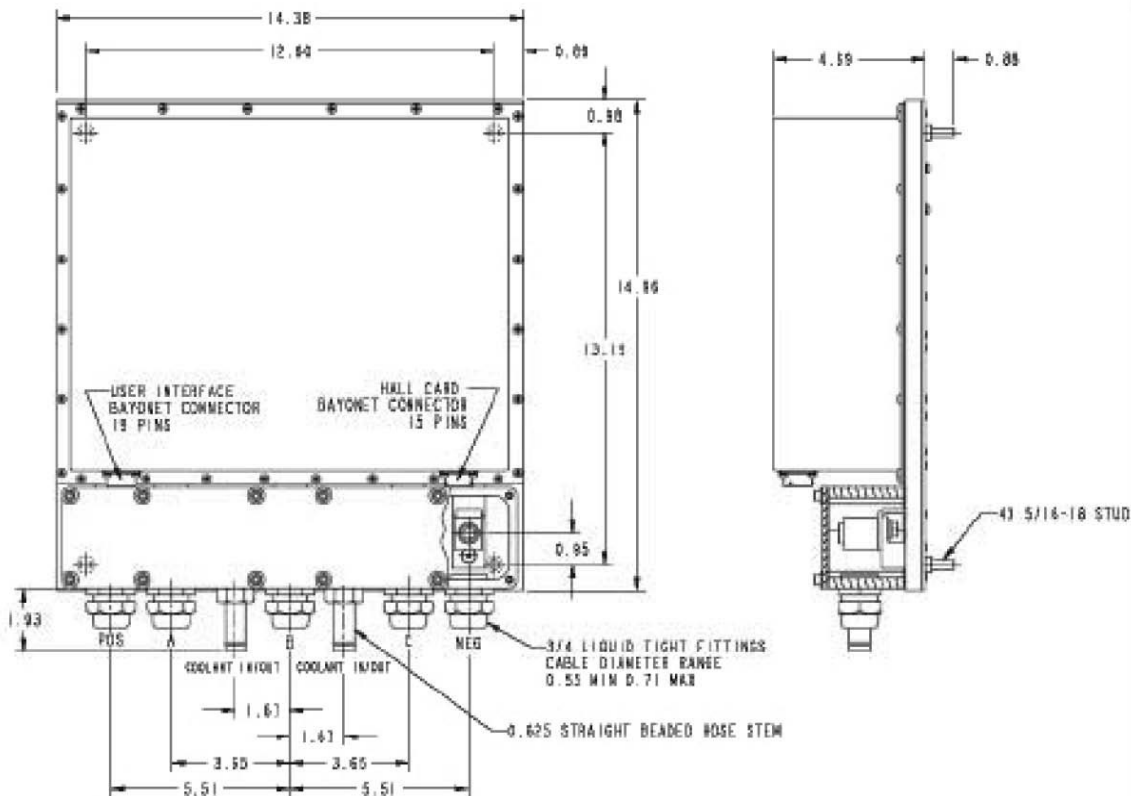
Length	14.96 in	380 mm
Width	14.37 in	365 mm
Height	4.69 in	119 mm
Weight	35.0 lb	15.9 kg

Liquid Cooling System

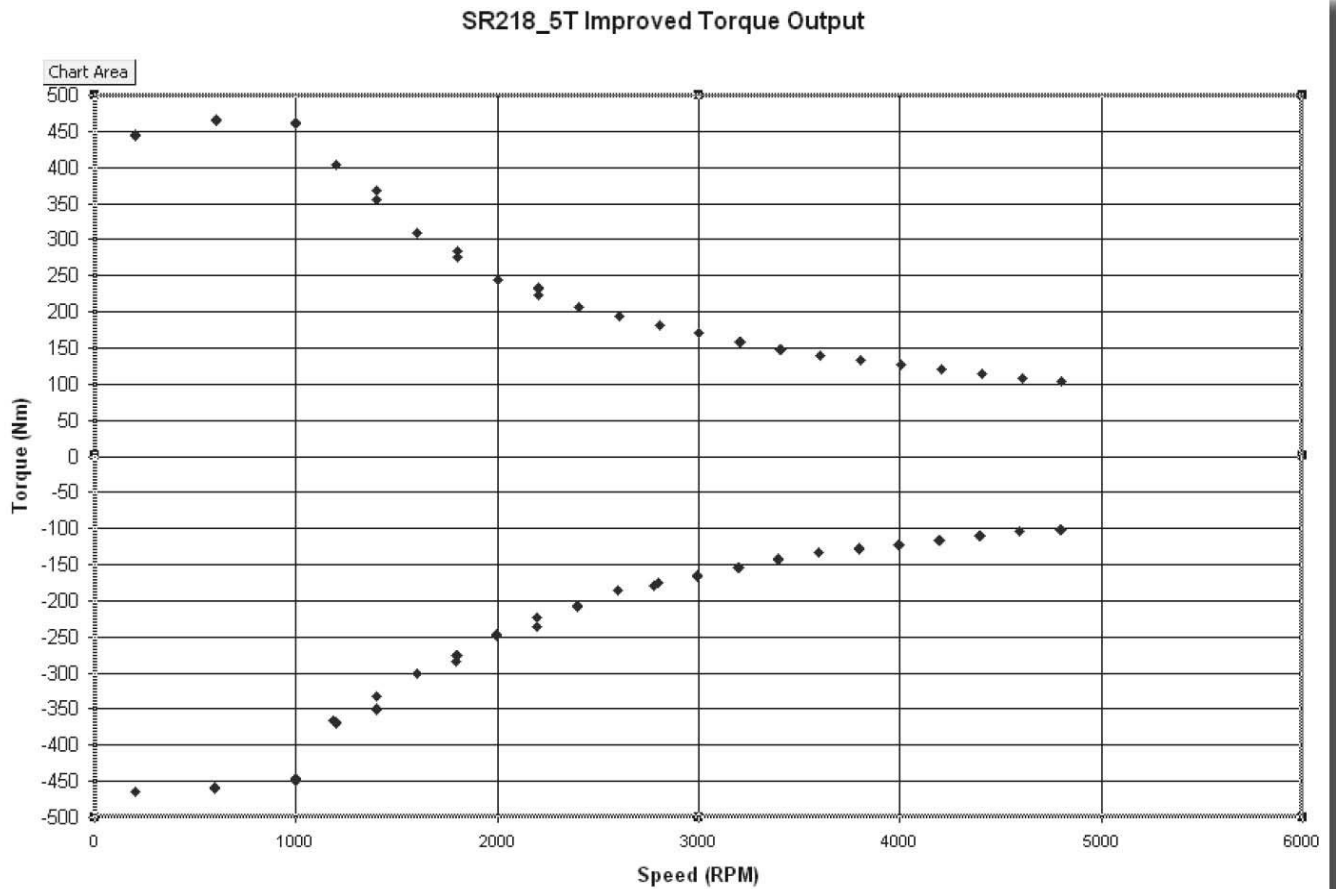
Minimum coolant flow	8 l/min (50/50 water/glycol mix)
Max. inlet temp of controller	131° F 55° C
Inner diameter of hose	5/8 in 16 mm
Max. inlet pressure	10 psig 0.7 bar

TI2812 Digital Signal Processor (internally packaged)

Nominal input voltage	12 VDC
Input supply voltage range	8 to 15 VDC
Input supply current range	0.3 to 0.5 A



HiTor Speed vs Torque (from test data)



Testing Conditions

Intermittent Output: 300 VDC input, 55°C coolant, duration 45-60 seconds
 Torque Rating: applications with high torque ripple should consult UQM.
 Rating is based on at least 1.5 in. of shaft engagement.