Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP



Plácido Manuel Pinto Afonso

Sistemas Híbridos
Soluções de Mobilidade nas Culturas Contemporâneas

MDI
Porto, 2002

Sistemas Híbridos

Soluções de mobilidade nas culturas contemporâneas

Mestrado em Design Industrial
Porto, 2002



FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
ESAD - Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Em parceria com a:

Escola Superior de Artes e Design

Sistemas Híbridos

Soluções de mobilidade nas culturas contemporâneas

Plácido Manuel Pinto Afonso
Licenciado em Design Industrial pela
Escola Superior de Artes e Design

Dissertação submetida para satisfação parcial
dos requisitos do grau de mestre em Design Industrial

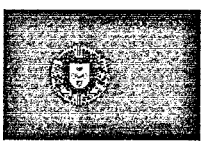
Dissertação realizada sob a orientação do
Mestre Guido Giangregorio professor da
Escola Superior de Artes e Design

Novembro de 2002

621(043)/AFOb/SIS
UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Engenharia
BIBLIOTECA
N.º 67105
CDU 621(043)
Data 7 / 5 / 2003

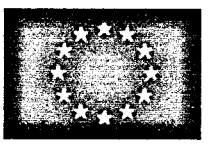
A investigação que deu lugar a esta dissertação recebeu o apoio financeiro da:

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DO ENSINO SUPERIOR Portugal



E do Fundo Social Europeu no âmbito do:

III Quadro comunitário de Apoio



Bolsa de Mestrado

BM.3977.2001

Registo na Base de Dados de Bolseiros - Engenharia Mecânica - BOLSA DE MESTRADO

Nome do bolseiro:	PLACIDO MANUEL PINTO AFONSO
Instituição de Acolhimento:	U. PORTO - F. ENGENHARIA - DEMEGI
País de Acolhimento:	PORTUGAL
Orientador/Responsável:	PROF. GUIDO GIANGREGORIO
Título do Plano de Trabalho:	SISTEMAS HÍBRIDOS - SOLUÇÕES DE MOBILIDADE NAS CULTURAS CONTEMPORÂNEAS - MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL
País de Acolhimento:	PORTUGAL
Data de Início:	01-10-2001
Duração:	12 MESES

(publicada a 04/04/2002)

http://www.fct.mct.pt/bolsas/index.asp?dados=true&lsareas=true&areaID=12&tipoID=3

Sistemas Híbridos

Soluções de mobilidade nas culturas contemporâneas

Resumo

A presente tese configura-se antes de mais como reflexão crítica sobre o papel do designer na sociedade contemporânea.
As novas características da cultura material atribuem responsabilidades acrescidas ao design, legitimando não apenas o tradicional empenho na construção do projecto, mas também uma participação activa na elaboração do programa.
Ao mesmo tempo, o design deve estimular o diálogo entre, por um lado, a inovação científica e tecnológica e, por outro, a síntese cultural, matriz da semantização e da identidade dos produtos.
O designer deve hoje empenhar-se também na superação do protagonismo da dimensão formal do produto (sujeita cada vez mais aos imperativos do marketing), para concentrar a sua atenção sobre os aspectos não visíveis do projecto, no aprofundamento das necessidades determinadas pela lógica de uso, como de resto demonstra a emergência do conceito de «interface».
Todavia, tais preocupações podem ser devidamente aprofundadas somente enquadrando a tese no debate cultural contemporâneo. Neste sentido, torna-se essencial a reflexão sobre a relação do design com o «projecto moderno» e com os seus instrumentos operativos.

Contemporaneamente, para evitar o carácter abstracto de uma reflexão apenas teórica, introduziu-se a elaboração de uma proposta de um novo sistema híbrido de transporte que foi estudado não apenas testando a sua viabilidade técnica e económica, mas sobretudo aprofundando a sua consistência em termos culturais e sociais.
Desta forma, a elaboração da proposta compreende a definição de um sistema viário único, coerente e integrado, onde os veículos híbridos (públicos ou privados) permitem aos seus utilizadores desfrutar mais convenientemente da generalidade das vias terrestres. Este novo diálogo entre diferentes aspectos (as características das duas infra-estruturas, as necessidades individuais e colectivas) permite finalmente o «armistício» entre as estradas e o caminho-de-ferro.
Adoptando, adaptando e reestruturando os modelos actuais, permite-se a máxima rentabilização do espaço e do tempo (actualmente sub-aproveitados no caminho-de-ferro), contribui-se para a redução dos custos externos, aumenta-se a esperança de vida e, enfim, promove-se o bem-estar ecológico.
O transporte individual e colectivo devem necessariamente encontrar um novo equilíbrio capaz de preservar as exigências da sustentabilidade e as necessidades de natureza cultural. A intermodalidade - flexibilidade e complementaridade de respostas, a hibridez de soluções e a capacidade de harmonização determinarão a operatividade dos sistemas, assim como o comfort e a satisfação do utilizador.

Abstract

The present thesis is first of all a critical reflection about the designer's role in contemporary society.
The new characteristics of material culture attribute increased responsibilities to the design, legitimating not only the traditional engagement in the project's construction but also an active participation in the drawn up of the program.
At the same time, design should stimulate the interchange between technological and scientific innovation on one hand, and cultural synthesis matrix of semantization and identity of products on the other hand.
Today, the designer must also engage himself to overcome the protagonism of the product's formal dimension (more and more subject to the marketing imperatives) to be able to concentrate all his attention on the non-visible aspects of the project and on the deepen of needs established by the logic of use, as it is demonstrated by the emergency of the "interface" concept.
However, such issues can only be properly deepened when the thesis is framed on a contemporary and cultural debate. In this sense, reflection about the relationship between design, "modern project" and its operative instruments becomes peremptory.

Contemporarily, to avoid the abstract character of a purely theoretical reflection, it was introduced a proposition's drawn up for a new hybrid transportation system that has been studied not only by testing its technical and economical viability but specially by deepening its social and cultural consistency.
In this way, the working up of the proposition comprehends the definition of a single, coherent and integrated traveling system, in which hybrid vehicles (public or private) allow users to enjoy the global overland routes in a more convenient way. This new interchange between different aspects (the characteristics of the two substructures, the individual and collective needs) finally allows the "armistice" between roads and railways.
With the adoption, adaptation and restruction of the present models it is possible to take the maximum advantage of space and time (nowadays not totally used in railways), to contribute to the reduction of external costs, to increase life expectancy and finally to promotes ecological welfare.
The individual and collective transportation must necessarily find a new balance capable of preserving the demands of sustainability and the cultural needs. The intermodality – flexibility and complementarity of answers, the hybridity of solutions and the ability of harmonization will determine the system's effectiveness as well as the user's comfort and satisfaction.

Prefácio

A frequência do mestrado deve ser um momento de intensa reflexão, sobre um percurso que se constrói, explorando de uma forma consistente e sistemática conteúdos pertinentes, que possam trazer mais valias, quer para a área em que se investiga, quer para a própria sociedade.

O desenvolvimento da dissertação será certamente o corolário de um processo de estudo e construção de raciocínios, de uma experiência, quer académica, quer cultural, que, não representando a conclusão de um percurso, deve, pelo contrário, ser um ponto de charneira para novos objectivos, quiçá, mais ambiciosos, que permitam a especialização de uma forma não hermética e sustentada, numa determinada área ou áreas do conhecimento.

Quando esta abordagem resulta numa disciplina como o design industrial, assumem-se importantes desafios, devido à complexidade de disciplinas que vivem intimamente ligadas ao design em geral e ao industrial em particular. O problema deverá então ser considerado de um ponto de vista multidimensional, equacionando, quer a montante, quer a jusante, as influências, implicações e consequências que provocam a aplicação das ferramentas inerentes a esta disciplina, que por interagirem estreitamente com o homem, em domínios tão diversificados como o campo físico, sensorial ou afectivo, condicionam indiscutivelmente o seu modo de estar e de sentir.

Desta forma, a delimitação de um campo de acção efectiva-se através da abordagem de uma questão muito cara ao homem ao longo da sua história e que, na contemporaneidade, representa uma questão incontornável nas reflexões sobre a autonomia deste como indivíduo social: a mobilidade.
Sendo legítimo considerar a mobilidade como veículo para novas experiências, consequentemente fonte de conhecimento e precursora de relações quer com outros espaços, quer com outros iguais, o repensar do seu universo e da sua cultura é fundamental, de modo a garantir um esforço de optimização desta, em função de uma conjuntura em constante mutação, onde cada vez mais a sua operatividade deve ser incrementada num cenário sustentado e humanizado.

É intenção, com este desafio, procurar através de uma análise crítica das experiências passadas e presentes elaborar um raciocínio que permita projectar novas soluções, traçar novos caminhos e construir novos cenários, numa perspectiva sustentada e harmoniosa, quer com o homem, quer com o ecossistema onde este habita.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Nelson Oliveira a eficiência na partilha de informações técnicas e a formulação de conselhos essenciais.

Ao Economista Carlos Cipriano a prontidão e o empenho na contribuição com reflexões que valorizaram o enquadramento do projecto.

Ao Eng. Vitor Carvalho (Director), à Direcção da ESAD e ao coordenador José Luís Ferreira a compreensão e o apoio que garantiram as condições necessárias de disponibilidade para o desenvolvimento do trabalho.

À Cristina Dias pela eficiência e rapidez com que respondeu às necessidades de tradução.

À Helena Roque, João Paulo Barbosa e João Pimenta pelo empenho e dedicação que contribuíram decisivamente para a conclusão do trabalho.

À Teresa Franqueira, vizinha, amiga e colega, pelo apoio e partilha de momentos que contribuíram para tornar menos penosa a fase final deste percurso.

Ao meu irmão pelo paciência, interesse e dedicação infinita.

Ao meus pais, o maior obrigado, pelo carinho e apoio incondicional que sempre revelaram.

Índice

Resumo V
Abstract VI
Prefácio VII
Índice IX
Índice de figuras XII

1 O papel do designer 1
1.1 Conceitos para uma proposta 3
1.1.1 Design, ciência e tecnologia 13
1.1.2 Hipereleição e variedade uniforme 16
1.1.3 Design, conceitos operativos 21
1.1.3.1 Design e interface 25
1.2 O design e a problemática da mobilidade contemporânea 27
1.2.1 Veículo, sistema ou interface? 28

2 Quadro histórico 30
2.1 A velocidade do vapor 32
2.2 Fez-se Luz 35
2.3 O projecto *RAK* 38
2.4 *Rail Zeppelin* 40
2.5 *Pneurail* e *as Michelines* 41
2.6 França pioneira da alta velocidade 44
2.7 Monocarris - *Aérotrain* e *Transrapid* 47

3 Construção de uma reflexão sobre novas soluções de mobilidade 54
3.1 Enquadramento do projecto 56
3.1.1 O tempo e o espaço "europeu" 57
3.1.2 O holocausto da estrada 65
3.1.3 Os custos externos da mobilidade 72
3.1.4 Consciência ambiental 76
3.1.5 Insustentabilidade desta mobilidade. A preocupação da EU 81
3.2 Caracterização de cenários futuros 86
3.2.1 O público e o privado 87
3.2.2 Automóvel ou Comboio? 89

3.2.3 Metamorfose ou simbiose? 95
3.2.4 A vantagem da articulação "dual mode" 96
3.2.5 Complementaridade aos sistemas de transportes actuais 98
3.2.6 O colectivo individual 99

4 Desenvolvimento de um sistema de transporte híbrido 101
4.1 Apresentação. Simulação sintética de utilização 103
4.2 As infra-estruturas (Optimização de recursos disponíveis) 108
4.2.1 Infra-estruturas rodoviárias 109
4.2.2 Infra-estruturas ferroviárias 110
4.2.2.1 A problemática da bitola 110
4.2.2.2 Gabarito e carga máxima por eixo admissível 113
4.2.2.3 As catenárias e o sistema eléctrico 114
4.2.2.4 Sistemas de sinalização e cantonamento 117
4.2.3. Estações e pontos de interface 119
4.3 O sistema 123
4.3.1 Automóvel ou comboio de automóveis 124
4.3.2. Segurança e telemática (projecto Galileu) 126
4.3.3 Serviço de mobilidade 129
4.3.3.1 Modo de acesso - como e quando 130
4.3.3.2 Princípios de funcionamento 131
4.3.3.3 Canal horário e tipo de marcha 136
4.4 O(s) veículo(s) 138
4.4.1 Princípios de optimização energética 139
4.4.1.1 Atrito e frenagem por recuperação 140
4.4.1.2 Autonomia e raio de acção 142
4.4.1.3 Aerodinâmica 143
4.4.2 Projecto híbrido 146
4.4.2.1 Veículo eléctrico 147
4.4.2.1.1 Baterias 149
4.4.2.1.2 Motorização 152
4.4.2.1.3 Transformação de energia 153
4.4.2.1.4 Sistemas de Alimentação 155
4.4.2.2 Comutação entre sistemas rodoviários e ferroviários 156
4.4.2.2.1 Rodas – a interface física 157
4.4.3 Tipologia de veículos 162
4.4.4 Habitáculos 165

5 Considerações finais 171

Bibliografia 174
Revistas e jornais 178
Páginas da Internet 180

Índice de figuras

Fig. 1 14
Tipologia da Inovação

Fig. 2 26
Diagrama ontológico do design

Fig. 3 32
Corrida entre a locomotiva *Tom Thumb* de Peter Cooper's com uma carruagem de tracção animal, 1829

Fig. 4 33
A primeira carruagem construída por George Stephenson para o caminho-de-ferro de Stockton & Darlington, 1825

Fig. 5 33
Cartoon publicado na Punch Magazine, 1853

Fig. 6 33
Engenho a vapor de James Watt para a hidráulica de Chelsea. Publicado em 1820

Fig. 7 34
Locomotiva a vapor *Rocket*, 1829

Fig. 8 34
Locomotiva a vapor Nº 999 da New York Central & Hudson River Railroad, 1893

Fig. 9 34
Locomotiva a vapor *Mallard*, 1938

Fig. 10 35
Locomotiva eléctrica de testes par alta velocidade espera entre entre Zossen e Marienfelde, 1902

Fig. 11 35
Automotora eléctrica *Siemens "S"*, 1903

Fig. 12 35
Automotora eléctrica *AEG "A"*, 1903

Fig. 13 36
Automotora eléctrica *AEG "A"*, Pantógrafos individuais montados em linha, 1903

Fig. 14 36
Automotora eléctrica *Siemens "S"*, 1903

Fig. 15 / 16 37
100 Anos separam estes pantógrafos para corrente alternada (CA) de fabrico alemão

Fig. 17 38
Fritz von Opel, 1899 - 1971

Fig. 18 38
Fritz von Opel ao volante do seu *RAK2*

Fig. 19 39
RAK3, estudo

Fig. 20 39
RAK3, testes na linha entre Celle e Burgwedel, 1928

Fig. 21 40
Franz Kruckenberg, 1882 -1965

Fig. 22 40
Rail Zeppelin, 1931

Fig. 23 40
Rail Zeppelin

Fig. 24 40
Rail Zeppelin

Fig. 25 41
Micheline da primeira geração na gare de Deauville, 1931
Fig. 26 41
Protótipo de uma *Micheline Type 12*

Fig. 27 42
Micheline construída pela *Carel Fouché & Cie*, 1937

Fig. 28 42
Carruagem *Carel-Fouché*

Fig. 29 42
Bogie de 5 eixos *Carel-Fouché*, 1948

Fig. 30 43
Ramo da série *MP-55* na estação Hôtel-de-Ville

Fig. 31 43
As duas *Michelines* baptizadas *Viko Viko* e *Tsikirity* ainda circulam entre Tana e Andasibe em Madagáscar

Fig. 32 44
Louis Armand, 1905 -1971

Fig. 33 44
Locomotiva eléctrica *BB 9004*, 1951

Fig. 34 44
Locomotiva eléctrica *CC 7107*, 1951

Fig. 35 45
TGV 001, 1977

Fig. 36 45
TGV 325, 1990

Fig. 37 46
TGV Duplex, detalhe de acento

Fig. 38 46
TGV Duplex, bar superior

Fig. 39 47
Jean Bertin, 1917-1975

Fig. 40 47
Aérotrain Expérimental 01

Fig. 41 47
Aérotrain Expérimental 01 propulsionado por um reactor *Fouga Magister*,1966

Fig. 42 48
Aérotrain Expérimental 02, 1969

Fig. 43 48
Aérotrain Expérimental 02 em estudos do comportamento da almofada de ar a alta velocidade, 1969

Fig. 44 48
Aérotrain I80-250 "Orléans", 1969

Fig. 45 49
Aérotrain I80 Haute Vitesse sobre a via d'Orléans, 1974

Fig. 46 49
Aérotrain I80 Haute Vitesse, 1974

Fig. 47 50
MBB Principle Vehicle, 1971

Fig. 48 50
EET 01, 1972

Fig. 49 50
KOMET, 1974

Fig. 50 50
Transrapid 05, 1979

Fig. 51 51
Transrapid 06, 1983

Fig. 52 51
Transrapid 08, 1999

Fig. 53 51
Comparação do consumo de energia entre o *ICE* e o *Transrapid*

Fig. 54 52
Comparação de ocupação de território entre o *ICE* e o *Transrapid*

Fig. 55 57
Possível cenário de implantação do objecto do estudo proposto

Fig. 56 58
Principais vias da rede ferroviária europeia

Fig. 57 59
Extensão da alta velocidade europeia em Outubro de 2002

Fig. 58 60
Rede de alta velocidade europeia prevista para 2020

Fig. 59 61
Evolução da alta velocidade na Europa

Fig. 60 62
Shinkansen da série *500 Nozomi*

Fig. 61 63
Contracção espacio-temporal, causada pela diminuição das distâncias físicas mentais

Fig. 62 64
TGV Yhalys

Fig. 63 64
TGV Eurostar

Figs.. 64, 65 65
Consequências de acidente rodoviário a alta-velocidade (exemplo)

Figs. 66, 67 66
Rail de protecção?

Fig. 68 66
A escala dos veículos ligeiros é "esmagada" pela dos veículos pesados

Fig. 69 67
Centro CTC (Controlo de Trafico Centralizado) do *Shinkansen*

Fig. 70 67
Principais méritos do *Shinkansen*

Fig. 71 68
Cratera que provocou o descarrilamento do *TGV*

Fig. 72 68
Atentado bombista ao *TGV* em 31 Dezembro 1983, pelo terrorista "Carlos, o Chacal"

Fig. 73 69
CONVEL - painel de interface

Fig. 74 72
A sinistralidade é um dos factores mais importantes para o cálculo dos custos externos dos transportes

Fig. 75 73
Custos externos e de congestionamento relativo ao tráfego de passageiros na Europa Ocidental em 1995

Fig. 76 74
Custos externos e de congestionamento relativo ao tráfego de mercadorias na Europa Ocidental em 1995

Fig. 77 75
Custos externos e de congestionamento na Europa Ocidental em 1995

Fig. 78 76
Abordagem multipoluente / multi-efeito

Fig. 79 77
Variação da concentração média mensal de dióxido de carbono na atmosfera

Fig. 80 77
Transporte de automóveis por caminho-de-ferro

Fig. 81 78
Comboio de camiões suíço

Fig. 82 79
Ramo *TGV Thalys 4341* em Paris Bercy,1996

Fig. 83 79
Ligações do serviço *TGV Thalys*

Fig. 84 80
Ramo *AVE 100* entre Madrid e Sevilha

Fig. 85 82
Investimento nas infra-estruturas de transportes

Fig. 86 82
Extensão das auto-estradas e das vias ferroviárias

Fig. 87 83
Custo dos transportes por viatura privada e custos sociais durante as horas de ponta, 2005

Fig. 88 86
"The Living City" (Project), 1958

Fig. 89 87
Avião particular

Fig. 90 87
Automóvel particular

Fig. 91 88
Barco particular

Fig. 92 88
Helicóptero particular

Fig. 93 88
Híbrido privado

Fig. 94 89
Mercedes 220 SEb

Fig. 95 89
Locomotiva (Tractor ferroviário)

Fig. 96 90
Tractor (Locomotiva rodoviário)

Fig. 97 90

Camião (Comboio rodoviário)

Fig. 98 91
Comboio (Camião ferroviário)

Fig. 99 91
Autocarro articulado (automotora composta rodoviária)

Fig. 100 92
Automotora composta (Autocarro ferroviário)

Fig. 101 92
"Ramos" acoplados, *TGV Atlantique*

Fig. 102 93
Análise comparativa entre veículos ferroviários e redoviários

Fig. 103 93
Autocarro (automotora rodoviária)

Fig. 104 94
Automotora (Autocarro ferroviária)

Fig. 105 94
Automóvel, *Aston Martin V12 Vanquish*

Fig. 106 97
Veículo que assumiu no devido contexto um papel definitivamente híbrido

Fig. 107 100
Relação do peso do veículo por considerando lotação máxima passageiro transportado

Fig. 108 105
Veículo privado no caminho-de-ferro

Fig. 109 111
Composição bi-bitola
Talgo

Fig. 110 112
Intercabiador de bitola

Fig. 111 113
Mapa dos diferentes gabaritos e cargas máximas por eixo admissíveis

Fig. 112 114
Mapa dos diferentes tipos de pantógrafo

Fig. 113 114
Pantógrafo alemão *DAS 380 D* e linha de catenária.

Fig. 114 115
Mapa dos vários tipos de corrente de catenária

Fig. 115 116
TGV Eurostar

Fig. 116 116
TGV Thalys (PBKA), 1997

Fig. 117 117
Mapa dos diferentes tipos de sinalização

Fig. 118 118
Esquemas de cantonamento automático

Fig. 119 121
Esquema genérico de ponto de interface

Fig. 120 122

Estação de Munique, zona a intervencionar

Fig. 121 122
Estação de Munique, simulação do átrio da nova proposta

Fig. 122 122
Estação de Munique, simulação aéria da nova proposta

Fig. 123 124
A utilização de um híbrido isolado no sistema

Fig. 124 124
Composição de híbridos

Fig. 125 125
Comparação de débitos de veículos híbridos por hora para uma auto-estrada e para o caminho-de-ferro.

Fig. 126 125
Distancias de travagem em piso molhado

Fig. 127 125
A velocidade multiplicada por dois significa o quádruplo da distância de travagem

Fig. 128 126
Sinalização lateral luminosa

Fig. 129 126
DB AG ICE 3

Fig. 130 127
Comboios localizados por sistema *GPS*

Fig. 131 127
Comparação da eficiência espaço/tempo entre os vários tipos de cantonamento

Fig. 132 128
O sistema *Galileo*

Fig. 133 130
Telemóvel
Uma das possibilidade de acesso

Fig. 134 130
Computador de bordo
O veículo chibado garante, sem mais "artefactos" toda a operatividade do sistema

Fig. 135 131
Computador portátil

Fig. 136 131
A SNCF "convida" os seus clientes a adjudicarem o serviço pela internet

Fig. 137 132
Área on-line de pesquisa de itinerários da rede *TGV (SNCF)*

Fig. 138 133
Área on-line de reserva e adjudicação de bilhetes da SNCF

Fig. 139 134
Mapas e diagramas disponíveis da "rede", para escolher itinerários

Fig. 140 134
Zona de introdução de dados para "negociar" com o sistema

Fig. 142 135
Zona de embarque

Fig. 141 134
Zona de acesso

Fig. 143 135

Zona de interface (entrada)

Fig. 144 135
Zona de interface (saída)

Fig. 145 135
Zona de desembarque

Fig. 146 140
Bogie *Labbe Designer / Bombardier*

Fig. 147 141
Pantógrafo CX, desenhado para o *TGV Thalys*

Fig. 148 142
As baterias do carro eléctrico *Precept HEV EV-1* da GM

Fig. 149 142
RUF - Rapid Urban Flexible

Fig. 150 142
RUF - Rapid Urban Flexible, veículo

Fig. 151 142
RUF - Rapid Urban Flexible, implantação

Fig. 152 142
Princípio da expansão "infinita" da autonomia

Fig. 153 143
Estudos de Pininfarina para *Ferrari Enzo*

Fig. 154 143
Ferrari Enzo, 2002

Fig. 155 144
Conceito de "sexta superfície"

Fig. 156 144
Centro de investigação aerodinâmica e aeroacústica Pininfarina

Fig. 157 / 158 145
Modelos à escala para estudo aerodinâmico do comboio *ETR 500* para a os caminhos-de-ferro italianos

Fig. 159 145
Modelo à escala para estudo aerodinâmico de um a composição ferroviária de mercadorias

Fig. 160 / 161 145
O sistema *RUF* pode reduzir o consumo de energia de tráfico individual

Fig. 162 147
AVT-100E, um *Rover Metro* "convertido" pela *AVT – Alternative Vehicles Technology*

Fig. 163 148
AVT-100E
Instalação de baterias

Fig. 164 148
AVT-100E
O espaço do motor de combustão é ocupado pelos componentes eléctricos.

Fig. 165 149
Toyota Prius HEV

Fig. 166 150
Honda Insight HEV

Fig. 167 150
P2000 protótipo HEV da FORD

Fig. 168 150

Honda CIVIC HYBRID 2003

Fig. 169 151
ESX2 da *DaimlerChrysler*

Fig. 170 151
ESX3 da *DaimlerChrysler*

Fig. 171 152
Compartimento do motor do *Orion VI*

Fig. 172 152
Autocarro híbrido - eléctrico *Orion VI* da *New York City Transit*

Fig. 173 153
AG's ICE 3

Fig. 174 153
Diagrama do circuito eléctrico multi-sistema *Siemens* do comboio de alta velocidade *AG's ICE 3*

Fig. 175 155
Sistema de ligação para aplicação "mecânica"

Fig. 176 155
ICE 3 "engatado" a locomotiva

Fig. 177 156
Os sistemas *Roadrailer Europe* e *Kombirail*, permitem a comutação entre os sistemas rodoviários e ferroviários

Fig. 178 157
Ilustração alusiva ao *pneurail*

Fig. 179 157
Pormenor de bogie de 5 eixos Carel-Fouché com pneumáticos Michelin

Fig. 180 158
Um bogie de *Micheline* sem os pneus montados

Fig. 181 158
Roda anterior de uma *Micheline* de *90 ch* construída para Madagáscar, 1952

Fig. 182 159
A solução deste *Unimog* híbrido dos caminhos-de-ferro alemães, implica a duplicação dos eixos do veículo

Fig. 183 159
Fiat Bravo SX com configuração normal de fábrica e o mesmo automóvel "compatível" com bitola internacional (1435mm)

Fig. 184 160
Bogie do metro parisiense visto por baixo

Fig. 185 160
Esquema de assentamento das rodas anteriores, jante e pneu, do *Fiat Bravo SX*, com jante 6Jx 14"43

Fig. 186 160
Esquema de assentamento das rodas anteriores, jante e pneu, do *Fiat Bravo SX*, com jante com jante híbrida

Fig. 187 161
Zona de interface, (entrada)

Fig. 188 161
As quatro etapas da "metamorfose" do híbrido

Fig. 189 162
Tipologia de veículo com a "maior escala" admissível no sistema

Fig. 190 162
Tipologia de veículo com a "menor escala" admissível no sistema

Fig. 191 162
Vagão *Uno*
Estes veículos permitem rebocar 402 vezes a sua tara

Fig. 192 163
Automóvel eléctrico , estudo de Alberto Villarreal

Fig. 193 163
Veículo Citroën, estudo de Yovan Vujacic

Fig. 194 163
Volkswagen Pick-up, estudo de Rodrigo Egberto Galdino

Fig. 195 163
Camião Renault, estudo de Mickaël Mannarino

Fig. 196 164
Mini Van Ford, estudo Pascal Grappey

Fig. 197 164
Isuzu FL-4 truck concept

Fig. 198 165
FILO, aspecto exterior

Fig. 199 165
FILO, 2001

Fig. 200 166
Nissan Chappo, 2001

Fig. 201 / 202 166
Nissan Beeline concept, 2002

Fig. 203 167
Nissan Beeline concept, aspecto exterior, 2002

Fig. 204 167
Nissan Beeline concept, interior particularmente modular, 2002

Fig. 205 167
Audi
Conceito pra automóvel

Fig. 206 167
Fiat Stilo

Fig. 207 168
Opel Meriva

Fig. 208 168
Fiat Stilo

Fig. 209 / 210 168
Habitáculo de camião Volvo

Fig. 211 168
Fiat Stilo

Fig. 212 169
Maybach 62

Fig. 213 169
Maybach 62

Fig. 214 170
Fiat Stilo

1 O papel do designer

1 O papel do designer

Qual deve ser o papel do designer na definição de propostas no âmbito da problemática da mobilidade contemporânea?
Procurar-se-á neste capítulo estabelecer o raio de acção das competências do designer, na abordagem ao tema da mobilidade. Estabelecer fronteiras, analisar as limitações e sustentar a apetência da disciplina na procura de soluções para problemas reais, numa perspectiva ética e humanista.

1.1 Conceitos para uma proposta

Deverá o designer procurar respostas tecnológicas gratuitas para necessidades impostas pelos perversos mecanismos da economia e da cultura material contemporânea? É obvio que não, embora seja evidente que a saturação de objectos com que vivemos seja um reflexo desta realidade pouco animadora. De qualquer forma deve-se procurar contornar esta política no sentido de procurar projectar o que é essencial e realmente importante. Pondo as coisas nestes termos, quando é proposto ao designer desempenhar o exercício do design, este depara-se com uma tarefa árdua e cheia de armadilhas, pois é constantemente pressionado por factores que implicam decisões ou concessões que muitas vezes violam as expectativas e as intenções virtuosas da disciplina. Contudo, uma posição determinada e tenaz deverá ser o escudo protector de modo que consiga em tempo útil, ter o discernimento necessário para conseguir manter o bom senso, garantindo assim a tomada das decisões mais correctas.

O designer deve ser honesto com as suas capacidades e modesto com as suas aptidões. Seria facilmente ridicularizado se se apresentasse como o "Neo-Da Vinci" do Século XXI, fluente em múltiplas disciplinas, apregoando a polivalência necessária para propor e resolver soluções para todos os problemas, por mais complexos que se apresentassem. Ora como tal não é possível, tão pouco seria razoável essa pretensão, deve-se canalizar a preocupação para o estabelecimento das prioridades e determinação das coordenadas que irão conduzir o projecto no seu desenvolvimento. De qualquer forma as premissas deverão ser sempre culturais isto é, o designer deve ter como objectivo projectar para o homem e garantir que este é o ponto de partida e de chegada do seu projecto, sendo o uso da tecnologia um meio e não um fim. Este assunto parece pacífico, mas nem sempre tal acontece, pois são infelizmente frequentes os casos em que o homem se torna escravo desta "tecnologia" que se apelida traiçoeiramente tão serviçal, mas que na prática tem o efeito contrário. Neste cenário, torna-se então prioritária uma atenção e uma sensibilidade reforçadas de modo a procurar distinguir o essencial e o supérfluo, o legitimo e o perverso, o que realmente pode acrescentar algo à cultura e ao bem-estar e o que pode conduzir facilmente à saturação e à perversidade da dependência. Embora este contexto, muitas vezes dependente das leis do mercado, possa parecer desanimador à prática do design industrial, deve-se procurar os novos

desafios que se apresentam, as novas possibilidades dadas pelas necessidades e expectativas das sociedades contemporâneas. Tornam-se aqui importantes as premissas do "projecto moderno", que deverá incontornavelmente mediar a eleição de objectivos e orientações no projecto de design contemporâneo, numa consciente atitude de equilíbrio e compromisso com as exigências do mundo da produção impostas pela inquietante "modernização". Tomás Maldonado justifica esta posição da seguinte forma: «não há outra saída: [...] deve-se responder com uma racionalidade que volte a colocar no centro do nosso pensamento e da nossa actuação os valores que estavam, desde o princípio, na base do "programa moderno". Programa posteriormente desfigurado e desnaturalizado: ou seja, os valores que promovem a solidariedade, o respeito pela pessoa humana, pela justiça, pela igualdade, pela liberdade; em suma, os valores que podem fazer, se não infalível, pelo menos mais provável a emancipação humana.»[1]

Acredita-se então, que os esforços devem ser orientados para uma possível interpretação e reconstrução do relacionamento dos conceitos de "modernização social" e "modernidade cultural". Estes conceitos, merecem uma atenção especial, de forma a procurar a elaboração de um raciocínio que permita estabelecer as principais coordenadas pelas quais se regem, de forma a clarificar as preocupações assumidas anteriormente.

Assim, Jürgen Habermas caracteriza com clareza as coordenadas da "modernidade cultural" ao afirmar que esta «gira primordialmente sob o signo da liberdade subjectiva. [...] realiza-se na sociedade sob a forma de um espaço de manobra garantido pelo direito privado para prossecução racional dos interesses próprios; no Estado, enquanto participação – por princípio igual em direitos – na formação da vontade política; no foro privado sob a forma de autonomia ética e auto-efectivação no domínio público relacionado com esta esfera privada, finalmente, como processo de formação consumado através de apropriação da cultura tornada reflexiva. As figuras do espírito absoluto e do espírito objectivo assumiram também, da perspectiva do indivíduo, uma estrutura em que o espírito subjectivo pode emancipar-se da espontaneidade natural das formas tradicionais da vida.»[2]

No intuito de caracterizar a "modernização social" recorremos novamente a este autor, que refere que «a palavra "modernização" foi introduzida

[1] Tomás Maldonado, *El futuro de la modernidad*, 1987, pág. 11
[2] Jürgen Habermas, O *Discurso Filosófico da Modernidade*, 2000, pág. 89

como "terminus" apenas nos anos cinquenta; este termo caracteriza desde então uma abordagem teórica que retoma a problemática posta por Max Weber mas que a elabora, com os meios postos à disposição pelo funcionalismo das ciências sociais. O conceito de modernização refere-se a um feixe de processos cumulativos que se reforçam mutuamente: à formação de capital e mobilização de recursos, ao desenvolvimento das forças produtivas e ao aumento da produtividade do trabalho, ao estabelecimento de poderes políticos centralizados e à formação de identidades nacionais, à expansão de direitos de participação política, de formas urbanas de vida e de formação escolar formal, à secularização de valores e normas, etc.. A teoria da "modernização" procede a uma abstracção do conceito de "modernidade" de Weber com importantes consequências. Essa abstracção dissocia a "modernidade" das suas origens na Europa dos novos tempos e utiliza-a até como um padrão neutralizado espácio-temporalmente de processos de desenvolvimento social em geral. Quebra além disso as conexões internas entre a "modernidade" e o contexto histórico do racionalismo ocidental, e de tal modo que os processos de "modernização" deixam de ser concebidos como racionalização, como uma objectivação histórica de estruturas racionais.»[3]

A incontestável fluidez da actual cultura "pós-moderna", "pós-industrial" ou super-industrial, como prefere apelidar Alvin Tofler[4], não pode nem deve servir de estigma ou desculpa para o designer entrar em depressão, pelo contrário, o seu papel não é propriamente "desenhar objectos", mas sim, citando Maldonado, «[...] mediar dialecticamente entre necessidades e objectos, entre produção e consumo.»[5].

Tão pouco uma atitude radical, de recusa absoluta de compactuar com a poluição da cultura material, teria cabimento, pois não passaria de um acto extremista, quase terrorista mas inconsequente, porque não é possível travar com actos isolados e descontextualizados uma tendência cultural global. Por outras palavras, a recusa de desenhar um determinado artefacto, citando o exemplo de um automóvel, só por que já existem muitos, talvez até demasiados nas nossas cidades, recusando então criar mais um que contribuísse para a "poluição", não se apresenta como solução válida. Se essa necessidade se apresentasse efectiva, esse artefacto

[3] *Ibidem*, pág. 14
[4] Alvin Toffler, *La tercera Ola*, 1980
[5] Tomás Maldonado, *Design Industrial*, 1999, pág. 37

não deixaria de ser projectado, independentemente de quem assumisse o papel de o projectar.

Sendo assim, o mais producente será a investigação de soluções, que pelas suas características, procurem desmaterializar de forma controlada e sustentável o sistema implementado, promovendo a optimização entre os recursos e as performances em sistemas inteligentes e humanizados.

Já na década de 20 do século passado, Friedrich Dessauer[6], considerado um filósofo da técnica, alertava para a problemática da "finalidade da construção" ponderando que o que é realmente importante «não é a casa mas sim o bem-estar. A finalidade da produção de locomotivas, não é a locomotiva mas sim o transporte»[7].

Tal como afirma Maldonado, «A observação desta evidência, deixa a descoberto o papel enganoso que tem tido e continua a ter o costume de pensar em certos objectos específicos, quando se fala de certas necessidades específicas que devem ser satisfeitas: nas lâmpadas em vez de na necessidade de iluminação, nos frigoríficos em vez de na necessidade de conservar os alimentos, nos automóveis em vez de na necessidade de se deslocar individualmente»[8].

Esta reflexão, quase centenária, caricatamente, ainda assume, com mais frequência do que seria aceitavel, contornos de novidade e de descoberta. Certamente, muitas vezes, não será por ignorância ou desconhecimento, mas sim pelo recurso a argumentos economicistas de manutenção, a qualquer custo, da "máquina industrial". Mas é sem duvida um óptimo ponto de partida, para quando encaramos um desafio de projectar num contexto, em que acima de tudo e mais que nunca, entende-se a urgência da necessidade de desconstruir as ideias feitas sobre necessidades e respectivas respostas.

O pensamento "pós-moderno", segundo Jeremy Rifkin vem então abalar a hegemonia instalada, propondo, também com base nas evidências da física, uma nova narrativa filosófica que se estende a muitas outras áreas, e que pretende a "morte" da "modernidade" objectiva, científica, ética e reflexiva. Propõe então a contingência no lugar da objectividade, as opções e os cenários no lugar da verdade. Propõe que no mundo "pós-moderno", na "geração.com", os valores como os desempenhos, as circunstâncias e o acesso às experiências, são objectivos primários. A busca de verdades

[6] Sobre este tema, ver Friedrich Dessauer, *Discusión sobre la Técnica,* 1973, pág. 142
[7] Tomás Maldonado, *El futuro de la modernidad,* 1987, pág. 134
[8] *Ibidem*

científicas é substituída pela busca individual e colectiva de sentido, o princípio da realidade é substituído pelo princípio do hedonismo, da usufruição e da irreverência. O pluralismo domina a uniformidade, «produzir objectos, trocar e acumular propriedades, passam a ser actividades secundárias na era do acesso, onde o que importa, acima de tudo, é produzir cenários, tecer narrativas e viver fantasias.»[9]

Esta problemática, também abordada por Andrea Branzi, quando na contextualização da "pós-moderna" "metrópole híbrida"[10], «afirma que o caos e a contradição presentes na sociedade destinavam-se a erradicar a ordem e o progresso industrial. O mesmo progresso que tinha permitido uma sociedade lógica, racional e programada. O caos da linguagem, o conflito de lógica e comportamento que estavam na sociedade, eram para o racionalismo europeu um efeito retardador no processo de transformação industrial, devendo-se erradicar no horizonte da ordem da "modernidade".»[11]

Rifkin questiona que, nesta linha de pensamento "pós", quando na nova física se descobriu que nem o próprio átomo era estável, na medida em que, num determinado momento, não é possuidor de nenhuma das qualidades que lhe são atribuídas[12], como se pode reconstruir a ideia de propriedade? «Quando os físicos desconstroem a realidade física sólida do mundo moderno, como pode alguém considerar-se proprietário de uma força, de uma dinâmica, de uma relação temporal? Como distinguir entre o que me é próprio e o que pertence a outros, num universo onde todas as fronteiras são apenas ficções sociais?»[13]

Este conceito "pós-moderno" de desapropriação contraria a importância atribuída pela "modernidade" à ideia de propriedade[14], embora não se encontrando qualquer prejuízo em tal, na medida em que se procura legitimar a aplicação de fundamentos filosóficos "modernos" num contexto "pós-moderno", ou seja, o objecto deste estudo configura-se como reconstrução desta relação entre os dois conceitos. Entende-se então, que uma posição de dialéctica e compromisso, entre estas ideologias

[9] Jeremy Rifkin, *A Era do Acesso. A revolução da nova economia*, 2001, pág. 236

[10] Sobre este tema, ver Andrea Branzi, *Introduzione al design italiano. Una modernità incompleta*, 1999, cap. VIII

[11] Andrea Branzi, *Introduzione al design italiano. Una modernità incompleta*, 1999, pág. 137

[12] «Pois a matéria é uma forma de energia, e a energia é pura actividade. Isto implica que a noção de substâncias sólidas, existindo num contexto de relações espaciais fixas, deixe de ser pertinente sem a razão tempo.» Jeremy Rifkin, *A Era do Acesso. A revolução da nova economia*, 2001, pág. 232

[13] *Ibidem*, pág. 233

[14] «Com a modernidade a ideia de propriedade passou a representar um direito exclusivo de posse, de uso e de alienação dos bens em circulação no mercado. Há propriedade quando um individuo pode monopolizar um qualquer bem e excluir todos os demais do seu gozo; quando pode usá-lo como bem lhe parece enquanto esse uso não prejudicar terceiros[...].» *Ibidem*, pág. 105

intimamente opostas, será o itinerário mais prometedor. Assim, como Branzi refere, «a convivência da linguagem standard e da linguagem anárquica, da tecnologia avançada e da tecnologia primitiva, do produto de massas e do produto individualizado, do objecto eterno e do objecto efémero é parte fundamental do futuro e não do nosso passado. Logo antes da ordem e da programação, a complexidade e a hibridez devem ser a categoria central desta nova cultura».[15]

Segundo Aristóteles «há mais riqueza no uso que na propriedade»[16] e é clara a tendência crescente (de uma forma geral e particularmente nos extractos sociais mais cultivados) para a partilha desta "filosofia" de abdicação da posse do objecto, e consequentemente, de toda a panóplia de problemas que esta representa. A nível de exemplo, podemos referir alguns "problemas" como: um elevado investimento inicial no acto da compra, a assunção da desvalorização, uma maior dificuldade de troca ou actualização[17]. Assim, os "pacotes de produto+serviço", (onde geralmente se paga um serviço completo de utilização, manutenção, assistência e seguros), permitem o "desfrutar" do produto de uma forma muito mais descomprometida, vincando a sua expressão como solução para uma infinidade de circunstâncias. Esta nova tendência representa novas oportunidades de concepção onde o projecto já não se limita ao desenho dos seus componentes físicos, mas sim a um programa integrado de soluções que carecem do design ao nível da estruturação e realização.

Faz então parte desta disciplina, design, programar a interface destes novos "pacotes" de forma a se revelarem o mais honestos e humanizados possível. Esta política defende Helmut Werner, o presidente da Mercedes-Benz, quando declara que «já não queremos vender só mais um automóvel, o que queremos é oferecer uma gama completa de serviços de transporte».[18]

Podemos encontrar «experiências que vão ainda mais longe no mesmo sentido: a *European Car Sharing Network*, um serviço de aluguer que funciona vinte e quatro horas em cada vinte e quatro horas, em mais de trezentas cidades europeias e oferece aos seus clientes o acesso a diferentes modelos de automóvel. Quem seja membro do *CityCarClub*, precisa

[15] Andrea Branzi, *Introduzione al design italiano. Una modernità incompleta*, 1999, pág. 138
[16] Jeremy Rifkin, *A Era do Acesso. A revolução da nova economia*, 2001, pág. 99
[17] «A Mercedes-Benz [...] ao propor, na Grã-Bretanha, serviços de locação de "geometria variável", [...] permitem ao cliente escolher o automóvel que deseja numa gama de preço definido e mudar de carro sempre que o quiser fazer. Com este tipo de aluguer, a utilização de um automóvel deixa de ser uma propriedade e torna-se uma simples experiência de serviço.» *Ibidem*, pág. 98
[18] *Ibidem*

apenas de depositar uma garantia, recebendo em troca uma chave e um folheto indicando quais são os veículos disponíveis nesta ou naquela cidade. O cliente pode então fazer uma reserva instantânea e recuperar o automóvel pretendido num dos parques de estacionamento do *CityCarClub*. [...] O clube assume todas as despesas de manutenção, de serviço e de seguros passando a factura ao cliente no fim do mês»[19].

Segundo esta empresa, em 1998, contava com trinta e oito mil membros e a taxa de crescimento das adesões situava-se entre os cinquenta e sessenta por cento.

A actual «sociedade pós-industrial define-se pela qualidade de vida que oferece em termos de serviços e de prestações diversas – saúde, educação, tempos livres e cultura, [...] de tal forma que [...] Percy Barnevik, ex-presidente da multinacional Asea Brown Boveri Ltd., prevê que os serviços deverão equivaler a mais de noventa por cento da economia americana em 2010, ao mesmo tempo que as actividades industriais representarão menos de dez por cento.»[20]

Neste cenário, e não desprezando de modo algum, antes pelo contrário, o papel que o designer desempenha, quando num projecto desenvolve a interface entre a "máquina" ou a "informação" e o utilizador, deve-se considerar que a acção desta disciplina deve ser mais exigente, não se satisfazer com a materialização de conceitos, mas sim participar também na sua "construção". «Já não estamos numa economia que produz essencialmente bens, mas numa economia que fornece serviços e oferece experiências, pelo que, consequentemente o nosso apego tradicional à ideia de propriedade tende a enfraquecer. As novas dimensões temporais da sociedade hipercapitalista impõe-nos a redefinição da nossa concepção de troca e propriedade, do mesmo modo que na génese da era industrial, a invenção da imprensa, do relógio mecânico, da bússola e, mais tarde, da máquina a vapor transformou por completo o ritmo da actividade económica e acelerou a mobilidade do indivíduo. Ao longo dos próximos anos, passaremos a pensar cada vez mais a vida económica em termos do acesso a serviços e a experiências, e cada vez menos em termos de propriedade. É, na realidade, uma nova era que começa.»[21]

A função do design está agora longe de se preocupar somente com os objectos, pois precisa encontrar novas soluções integradas, em que os

[19] Car Free Cities Network, «*CityCarClub: Carfree But Carefree*», publicação da empresa, 1998
[20] Jeremy Rifkin, *A Era do Acesso. A revolução da nova economia*, 2001, pág. 108
[21] *Ibidem*, pág. 99

artefactos são peças, importantes sem dúvida, mas peças de sistemas que garantam soluções mais convenientes e menos "poluentes"[22] do habitat global. Augusto Morello reforça esta posição, quando afirma que «a renovação do design também é necessária [...] por causa da quantidade crescente de serviços que são produtos e cuja estrutura imaterial coincide com a organização a servir. A necessidade de design em serviços é cada vez mais uma realidade; mas que designer pôde, até hoje, fazer design de serviços? A figura profissional do designer tem que ser renovada para enfrentar o trabalho; e esta renovação irá impor uma profunda revisão das concepções de design»[23].

A própria definição de design industrial, que passamos a descrever integralmente, actualmente advogada pelo ICSID[24], defende claramente esta posição:

«Design Industrial

Objectivo. O Design é uma actividade criativa cujo objectivo é estabelecer as qualidades multifacetadas dos objectos, processos, serviços e o seu sistema em ciclos de vida completos. Então, o design é o factor central de inovação humanizada de tecnologias e o factor crucial de troca cultural e económica.

Tarefas. O design busca descobrir e avaliar as relações estruturais, organizacionais, funcionais, expressivas e económicas, com o objectivo de:

• Aumentar a sustentabilidade global e a protecção ambiental (éticas globais)

• Dar benefícios e liberdade a toda a comunidade humana, individual e colectiva de utilizadores finais, produtores e protagonistas de mercado (éticas sociais)

• Apoiar a diversidade cultural apesar da globalização mundial (éticas culturais)

• Dar aos produtos, serviços e sistemas, essas formas que são expressivas (semiologia) e coerentes com (estéticas) a sua complexidade formal.

O design diz respeito a produtos, serviços e sistemas concebidos com ferramentas, organizações e lógica introduzidas pela industrialização – não só quando produziu através de processos em série. O adjectivo "industrial" colocado em design deve estar relacionado ao termo indústria ou no seu significado de sector de produção ou no seu antigo significado de "actividade" industrial.

[22] Ver "Hipereleição e variedade uniforme".

[23] Augusto Morello, « "Discovering Design"means [Re]-discovering Users and Projects», in: *Discovering Design*, The University of Chicago Press, 1995, pág. 73

[24] *International Council of Societies of Industrial Design*

> Assim, o design é uma actividade que envolve um largo espectro de profissões no qual produtos, serviços, comunicação, interiores e arquitectura fazem parte de um mesmo todo. Juntas, estas actividades deveriam realçar – de um modo global e uno com outras profissões relacionadas – o valor da vida.
>
> Então, o termo designer refere-se a um indivíduo que pratica uma profissão intelectual, e não simplesmente um comércio ou um serviço para empresas.»

Este figurino contextualiza indiscutivelmente, a emergência de cenários marcados pela eficiência de meios, independentemente se são materiais ou imateriais. Meios que se articulem em sistemas complementares e que garantam respostas a necessidades concretas, independentemente do seu cariz, numa atitude de simplificação na óptica do utilizador.

Segundo Rifkin, «Hoje é a própria concepção dos objectos de consumo que está a ser revista [...] pelas empresas. Em vez de pensarem os produtos como objectos fixos e dotados de características permanentes, com um valor definitivo, os seus conceptores tornam-nos "suportes" de toda a espécie de aperfeiçoamentos potenciais e de serviços de valor acrescentado: na nova economia industrial, são estas *performances* evolutivas que contam. O suporte não é, em cada caso, senão o veículo de uma gama completa de serviços[25]. Até certo ponto, o próprio produto bruto não é considerado senão como um custo de produção, em vez de como um artigo a vender»[26].

O designer é assim um factor determinante na construção da cultura, já não só material, mas sim de utilização de bens e serviços na contemporaneidade e no futuro. O seu papel deverá ser de agente activo quer na construção, quer na planificação de ambientes. Deverá assumir as suas responsabilidades na garantia da qualidade de vida humana, assim como da sustentabilidade dos recursos ambientais. Para tal deve estar atento, compreender as vicissitudes e saber estabelecer paralelos, de forma a identificar caminhos de acção lúcidos e producentes, que conduzam à definição de propostas pertinentes e enriquecedoras. «Supõe-se que o designer industrial possui tanto sensibilidade formal e estética como informação a respeito de materiais e processos de produção em geral, mas acima de tudo uma profunda capacidade de observação.»[27]

---

[25] Como exemplo, refere-se o caso do sistema de rega de jardins ligado à Internet da empresa EmWare Inc., sedeada em Salt Lake City. O sistema comercializado não passa de um suporte para umas série de *upgrades*, pois mediante a aquisição destes, o sistema passa a ser regulado automaticamente em função das previsões do serviço nacional de meteorologia, via Internet. Thomas E. Weber, «Talking Toasters: Companies Gear Up for Internet Boom in Things That Think», *Wall Street Jornal*, 27 de Agosto, Nova Iorque, 1998, pág. A1

[26] *Ibidem*, pág. 110

[27] Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 33

Foi esta última "arma" destacada por Bonsiepe, o factor determinante num primeiro momento, para a decisão deste estudo sobre a mobilidade viária. Referimo-nos então mais concretamente à identificação da ausência da exploração do transporte individualizado e/ou privado em caminho-de-ferro e à inexistência de um homólogo ferroviário ao automóvel rodoviário. Este assunto em particular, será devidamente desenvolvido no capítulo III.

1.1.1 Design, ciência e tecnologia

«A inovação tornou-se na palavra-chave da época actual. A inovação determina a dinâmica da sociedade industrial. Pouco a pouco transformou-se numa obrigação.»[28]

Quando propomos Sistemas Híbridos (novas soluções de mobilidade nas culturas contemporâneas), ou se define o campo de manobra no contexto da inovação, ou entra-se num novelo de relações de tal modo perturbante, que torna impossível conseguir construir um discurso coerente e operativo.

Desta forma e procurando enquadrar o projecto de design no âmbito da inovação, é fundamental compreender a sua relação com a ciência e a tecnologia, na medida em que estes criam um sistema complexo de inter-relações e complementaridades, que não raramente acaba em equívocos e perversões, corrompendo o equilíbrio necessário para garantir o sucesso de cada um e do conjunto.

Segundo Bonsiepe, que analisa com muita clareza este tema, «somente em casos excepcionais as entidades que se ocupam de política científica e tecnológica reconhecem que ciência, tecnologia e design constituem um sistema, e sem design os objectivos desta política não podem impor-se.»[29]

Desta forma torna-se incontornável estabelecer as coordenadas operativas, de cada uma, pois «[...]são áreas diferentes e autónomas, com tradições, contexto institucional, práticas profissionais, discursos e critérios próprios»[30].

Recorremos novamente a este autor, para propor uma análise do quadro da (fig. 1), de forma a compreender os principais momentos que caracterizam estas disciplinas.

Começando pelo *objectivo da inovação*, podemos considerar que, enquanto a CIÊNCIA se preocupa com o desenvolvimento do conhecimento, isto é a inovação cognitiva, a TECNOLOGIA geralmente introduzida pela engenharia, assume uma inovação no universo operativo, produzindo *know-how* «[...] (como se faz uma coisa? Com que materiais? Com que tolerâncias? Com que acabamentos?)»[31]. Por sua vez o DESIGN não tem como objectivo, nem a geração de conhecimento nem de *know-how*, «[...] mas sim a organização da interface entre o artefacto e o

[28] Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 38
[29] *Ibidem*
[30] *Ibidem*
[31] *Ibidem*, pág. 39

utilizador. A inovação específica do design manifesta-se no domínio das práticas sócio-culturais e da vida quotidiana.»[32]

Analisando o *discurso dominante* constatamos que, o UNIVERSO CIENTÍFICO rege-se basicamente pela formulação de afirmações verificáveis, por seu lado no que diz respeito à TECNOLOGIA encontramos «[...] uma linguagem de instruções e ordens similares a um livro de cozinha: com os ingredientes X, Y e Z, submetidos ao processo WZ obtém-se um resultado V na forma de um produto ou de um serviço, [...] (sendo um desenho técnico, nada mais, nada menos que uma série de instruções

Tipologia da Inovação	Ciência	Tecnologia	Design
Objectivos da inovação	Inovação cognitiva	Inovação operativa	Inovação sociocultural
Discurso dominante	Afirmações	Instruções	Juízos
Práticas standard	Produção de evidências	Provas e erros	Produção de coerência
Sede social	Instituto	Empresa	Mercado
Critérios de êxito	Aprovação por parte de *peers*	Execuibilidade técnico-físico-económica	Satisfação do cliente

Fig. 1
Tipologia da Inovação

BONSIEPE, 1999

codificadas).»[33] O DESIGN caracteriza-se em termos linguagem típica, não por afirmações, «[...] nem por instruções, mas sim por juízos que se estendem tanto às características prático-funcionais como às estético-formais.»[34]

A CIÊNCIA, tem como *procedimento standard* reconhecido, a produção da evidência passível de constatação por terceiros, sendo assumida como a condição de satisfação, desde que seja verdadeira, «[...] pois o procedimento científico está baseado na produção de afirmações verdadeiras, não falsas.»[35], a TECNOLOGIA encontra no procedimento de tentativa e erro a forma de verificação e fundamentação de uma afirmação, ou seja a garantia da «[...] exequibilidade e a aplicabilidade

[32] *Ibidem*, pág. 40
[33] *Ibidem*
[34] *Ibidem*
[35] *Ibidem*

técnico-física e económica de uma inovação»[36], enquanto que no DESIGN a inovação deve levar à produção de coerência nos âmbitos de utilização, aparência, ambiente e modo de vida.

O *"setting" social* «do trabalho CIENTÍFICO é geralmente o instituto, entendido como uma "fábrica", na qual se produzem novos conhecimentos»[37], da TECNOLOGIA é a empresa ou o centro de testes e do DESIGN é essencialmente o mercado.

O *critério de êxito* para a CIÊNCIA é a aprovação da comunidade científica, nomeadamente de quem é reconhecido como autoridade, enquanto que o mesmo para a «TECNOLOGIA, é a viabilidade técnico-físico-económica de um produto ou serviço, e por último para o DESIGN sintetiza-se com a afirmação do cliente: "estou contente". A condição de satisfação no design não é portanto, a verificação de uma afirmação nem de uma comprovação de uma exequibilidade físico-técnica, mas sim a correspondência entre as expectativas (necessidades) de um cliente/utilizador e a oferta de um produto ou serviço.»[38]

Podemos então afirmar que a inovação é um processo caracterizado essencialmente por três etapas maiores, ciência, tecnologia e design. A ausência de uma delas implica a impossibilidade da assunção da plenitude social que a inovação deve ter. Bonsiepe afirma que se se enfatiza demasiado a ciência caímos indubitavelmente no academismo, mas se se comete o mesmo erro em relação à técnica, somos conduzidos à tecnocracia, e se por sua vez, o design for desenvolvido isoladamente corremos o risco de cair na perversão do formalismo.

O design é então o último elo na corrente que permite introduzir as inovações científicas e tecnológicas no contexto social, o que permite a este representar um enorme potencial para os organismos de investigação científica e tecnológica.

Desta forma, a abordagem ao objecto deste estudo, concentra-se no capítulo da inovação, acima de tudo numa preocupação das relações entre sistema/utilizador e sistema/sociedade, de forma a garantir um interface operativo e sustentável dentro da cultura da mobilidade.

---

[36] *Ibidem*
[37] *Ibidem*, pág. 39
[38] *Ibidem*, pág. 40

1.1.2 Hipereleição e variedade uniforme

Verificando o crescimento exponencial do conhecimento técnico e científico deparamo-nos com uma infinidade de alternativas possíveis de ser exploradas no projecto, que provocam, em ultima análise, uma dimensão incontrolável do "campo do possível", tornando impraticável ao designer industrial reger-se principalmente por princípios tecnicistas.

Esta realidade, segundo Manzini, coloca em crise uma das bases do pensamento técnico moderno: a convicção de que é possível tomar as melhores decisões a partir da avaliação racional de todas as alternativas possíveis. Então o «"mito da omnisciência", (a possibilidade de dominar toda a informação do sistema) cai por terra, e na elaboração do projecto, introduz-se a evidência que a sua natureza é um jogo de informação incompleta. Mas admitir, que o projecto técnico é um jogo de informação incompleta, significa declarar que o seu resultado não é o óptimo absoluto, legitimado pela objectividade e pela racionalidade técnico-científica. Significa que sabemos, que a que nos referimos realmente, não é ao "campo do possível", mas sim ao campo do "conhecido na prática"».[39]

Desta forma o designer industrial deve ser capaz de repensar o projecto, garantindo a disponibilidade para colocar em discussão todas as opções a tomar durante o processo de desenvolvimento. Isto ao ponto de reconsiderar até os objectivos finais da proposta, ou seja, a técnica, não tem alternativa se não submeter-se à subjectividade e à dependência das referências culturais. Manzini identifica com muita clareza «o surgimento dum fenómeno que se articula em dois vértices aparentemente contraditórios [...]: o crescimento do potencial operativo da técnica, que dá lugar a um situação que definimos como "hipereleição", e a diminuição do seu rol de legitimação nas decisões, às quais corresponde uma crescente "necessidade de cultura"».[40]

Podemos então caracterizar a "hipereleição" como a nova condição em que, quem se atreve a projectar no campo das decisões técnicas, tem que enfrentar o problema dentro do "campo do possível". Para estabelecer um paralelo, de modo a ilustrar a dimensão do que estamos a falar citamos novamente Manzini: «o dicionário técnico mais rico, mesmo que não necessariamente exaustivo, é composto por quatro milhões de termos,

[39] Ezio Manzini, *Artefactos*, 1992, pág. 132
[40] *Ibidem*, pág. 132

entretanto o melhor dicionário da língua italiana tem cento e quarenta mil, uma pessoa culta[41] conhece no máximo oitenta mil termos e na linguagem corrente não se usam mais de uns quantos milhares. Tudo isto indica que a técnica, no seu conjunto, faz uso de um vocabulário tenebroso e não humano, composto por um conjunto de dialectos especializados. Para o técnico, a condição da "hipereleição" caracteriza-se pela dificuldade e insegurança, para se aventurar na proliferante e "babélica" realidade.»[42]
Então a legitimação do projecto resulta, já não dependente de opções técnicas protegidas pelo valor do progresso (é assim, porque não se pode fazer de outra maneira), mas sim de uma profunda reflexão dos valores sociais, culturais, éticos e ideológicos inerentes aos potenciais utilizadores considerados pelo projecto.Neste cenário, a figura do engenheiro é, e será certamente, cada vez mais a interlocutora entre o léxico científico e a síntese projectual. No campo das possibilidades "abertas" do designer industrial, o engenheiro, terá então que assumir este papel, na medida em que o seu universo de conhecimento permite-lhe descodificar as fórmulas matemáticas que estão por trás das características e desempenhos dos materiais e das tecnologias. «Os engenheiros sabem o que fazem e porque o fazem. Não vêem o novo como um salto no vazio, porque os seus cálculos lhes permitem antever os resultados. [...] Para um engenheiro, um material é conhecido desde que sejam conhecidas as respectivas propriedades, o mesmo é dizer, desde que tenham sido codificadas numericamente.»[43] A interdisciplinaridade é o caminho possível, mas nem sempre fácil, e muitas vezes, devido à problemática subjacente à comunicação. Manzini explica esta questão: «os campos especializados do saber têm problemas, competências e linguagens em comum, com os campos que lhe estão a montante e a jusante, mas a grande dificuldade está em estabelecer uma comunicação horizontal. A multiplicação das competências, línguas e canais de comunicação restringe a compreensão e até a simples percepção de novas possibilidades, tornando cada vez mais difícil o conhecimento técnico transversal de que o designer precisa para poder avaliar as opções.»[44] Agora o designer já não pode contar com esse "tradicional" conhecimento composto pelo somatório das várias fracções de conhecimento especializado, mas sim fomentar o diálogo interdisciplinar de uma forma muito mais constante e crítica que anteriormente.

[41] Supõe-se que seja uma pessoa culta italiana.
[42] *Ibidem*, pág. 133
[43] Ezio Manzini, *A Matéria da Invenção*, 1993, pág. 57
[44] *Ibidem*, pág. 59

Então, neste contexto de "hipereleição" «quando desde algum tempo a ciência abandonou os paradigmas da mecânica clássica e quando, também a técnica já saiu, ou está a sair, da "era mecânica", o técnico, o designer e o produtor devem abandonar a simplicidade dos seus modelos, e precisamente a causa do desenvolvimento técnico que eles mesmos produziram, para colocarem novamente em discussão o alvo cultural de que partiram, e enfrentar corajosamente a complexidade.»[45]

Aproximando-nos agora do universo, não de quem é responsável pela concepção ou produção dos bens, mas de que se encontra no fim da cadeia, os consumidores.Estes também se vêm esmagados pelo mesmo fenómeno de "hipereleição". A sua tarefa não é menos árdua, do que para os anteriores, pois encontram-se completamente cercados numa batalha, onde não se consegue vislumbrar a mais remota possibilidade de êxito, muito pelo contrário. Torna-se inquietante quando nós, os consumidores, temos que enfrentar a imponência de um hipermercado, subjugados por um lista de compras. Para cada produto que necessitamos, temos que fazer uma opção, que poderá ser mais ou menos "consciente" dentro dos nossos valores sociais, culturais, éticos e ideológicos, ou então, na falta de alternativa, teremos que nos reduzir ao "campo das decisões técnicas", isto é, gerir o orçamento disponível. Mas parece ser indiscutível, a paridade entre a situação de projecto, em que um designer industrial, formado e treinado para tomar decisões que conscientemente sabe que implicam consequências em terceiros, e o consumidor que toma decisões, que em princípio, somente o afectam a si próprio. É evidente que, o que não interessa, tanto a um como a outro, são as suas decisões estarem maioritariamente dependentes do "campo das decisões técnicas", o que impede incontornavelmente a plenitude da satisfação cultural. Não afirmamos aqui a pretensão, de propor que o consumidor tem que assumir o papel de designer quando é solicitado a desempenhar o seu papel, mas é inegável que as motivações são igualmente "humanas". Quando o primeiro se vê confrontado com soluções que desempenham a mesma função operativa, com constrangimentos "técnicos" idênticos, é definitivamente a proposta cultural que faz a diferença. É esta que, em ultima análise, representa a "alma" da solução, e que depende invariavelmente de valores sociais, culturais, éticos e ideológicos. Manzini aborda a questão de uma forma muito directa: «num grande espaço

[45] Ezio Manzini, *Artefactos*, 1992, pág. 134

comercial podem estar à venda quatrocentos mil artigos distintos (sem contar as diferentes medidas e cores). Se atribuirmos a cada um destes artigos uma palavra, resulta que, igualmente ao vocabulário da técnica, a que nos referíamos anteriormente, também o vocabulário usado pela oferta, é um vocabulário que nenhum ser humano poderia falar. Disto resulta, como a condição da "hipereleição" apresenta-se para o consumidor, da mesma forma de que, para aquele que toma as decisões técnicas, pela dificuldade e a incerteza frente a um universo linguístico disparatado.»[46]

Torna-se incontornável neste momento, uma reflexão sobre o significado desta inquietante realidade, devendo ser questionado o valor da desmesurada variedade que, embora relativamente recente, assume uma dramática tendência para uma ascensão exponencial.

Parece estarmos perante um gravíssimo caso de poluição, muito mais subtil que a poluição "material", mas igualmente perigosa, com a diferença de nem sequer se discutir abertamente, ou de se conseguir motivar a sociedade para a problemática de "reciclagem" ou do saber estar "ecológico". Isto torna esta poluição "semiótica" suficientemente nociva para que se estabeleça um discurso de preocupação, em que o design deve, como agente operativo, procurar dominar esta "perversão" e não se deixar dominar por ela.

Não podemos esquecer que a natureza humana não passa sem ciclos, que alternam entre a estabilidade e a rotura, a variedade e a uniformidade. Segundo George Kubler, «a cada instante, os desejos humanos dividem-se entre réplicas e inventos, entre o desejo de voltar aos esquemas conhecidos e de escapar através de uma nova variação.»[47]Podemos considerar, sem prejuízo que, esta disposição para o diferente, é perversamente utilizada pela oferta, de tal forma que o banalizou. A frequência com que é proposto algo que já não é exactamente igual ao seu anterior, é tão intensa que se torna uniforme. Aqui entramos num ciclo desconcertante em que «os pólos da questão variedade e uniformidade, novidade e mudança, existem sempre um em função de outro: uma variedade contínua corresponde a uma grande uniformidade, da mesma forma que a mudança contínua corresponde à constância da estrutura dinâmica que a gera.»[48]

---

[46] *Ibidem*, pág. 135
[47] George Kubler, *La configuración del tiempo*, 1975, pág. 88
[48] Ezio Manzini, *Artefactos*, 1992, pág. 135

Ora, esta realidade lamentavelmente contribui para a superficialização e fluidificação da cultura material contemporânea, onde nada é igual, nem nada é realmente diferente. Esta pura contaminação semiótica provoca claramente um decréscimo constante no tempo de vida útil dos produtos, que por sua vez ainda reforça o fomento da poluição física.

Outra carência desta "variedade uniforme" é a implícita e consequente falta de identidade dos produtos, pois nem sequer se consegue combater o "velho" com o "novo", na medida em que o primeiro nem tem tempo de se assumir como tal. Manzini explica identidade cultural «como uma variedade dotada de significado, um conjunto de diferenças que pode ser lido, dentro de um contexto cultural determinado, como um código linguístico que se separa dos demais»[49].

Antes da precipitação da cultura moderna, a utilização de uma limitada gama de formas e materiais permitia uma semantização suficientemente orgânica dos mesmos, garantindo a sua difusão e consolidação social, que os tornava facilmente reconhecíveis e lhes garantia sempre uma assunção de significado. Agora já não há tempo para tal. «Portanto a questão que se põe actualmente, é a seguinte: Como activar processos de semantização dos suportes matéricos numa fase histórica que estes parecem ter perdido a sua tradicional inércia e estabilidade? [...] O que há fazer é encontrar linhas de referencia base, onde nas quais se possa tornar mais estável a fluida variabilidade da nova realidade material. Trata-se pois, de construir uma cultura capaz de escolher, de entre as infinitas representações que a nova matéria torna possível, aquelas que podem ser mais intensas e verdadeiras, e que se fundam nas raízes culturais mais profundas. Em ultima análise, trata-se de prender às ideias (e às imagens que são o seu veículo) o peso e a duração que a matéria, como tal, já não garante. Sobre estas ideias há que construir os novos critérios para projectar e produzir um mundo legível e capaz de comunicar significados profundos.»[50]

Como consequência legitima-se definitivamente a libertação do designer quer das pretensões tecnocratas engolidas pelo fenómeno da "hipereleição", quer do exclusivo protagonismo da consideração de uma forma autonomamente considerada, responsabilizando então pela "condução" da cultura material que nos espera.

[49] *Ibidem*, pág. 146
[50] *Ibidem*, pág. 150

1.1.3 Design, conceitos operativos

Considerada a relação do projecto de design com a ciência e a tecnologia, este momento pretende estabelecer premissas que procurem compreender e enquadrar a disciplina na contemporaneidade, evitando antigos dogmas e relações tradicionais.[51]

Torna-se perversa, a ainda assunção de que, o design industrial é uma (ou, é a) expressão do desenho aplicada à indústria, imputando-lhe assim uma conotação constrangedoramente redutora, que não é justa, nem com o desenho nem com o design. Não se pretende menosprezar o desenho, longe disso. O desenho é uma disciplina muito mais antiga que já tem devidamente definido o seu enquadramento e que nada tem a ganhar com estas confusões. De qualquer forma «em alguns sectores específicos do design industrial, seguramente é importante. Pode ser até condição necessária, mas nunca suficiente.»[52]

Da mesma forma, não menos grave, é quando o designer é considerado um especialista de formas, pensando-se que deve ser remetido para o tratamento cosmético final, para se ocupar dos aspectos superficiais e exteriores. É imprescindível então ultrapassar concepções equívocas e regressivas para definitivamente compreender que o carácter cultural da disciplina não implica, de forma alguma, que o design industrial seja, tenha sido, ou chegue a ser um fenómeno artístico.

«O conceito de "disponibilidade" *(Zuhandenheit)* de Heidegger é fundamental para consolidar este raciocínio. O designer industrial é desde o ponto de vista filosófico, um especialista que se ocupa da disponibilidade dos artefactos.[53] Para o design industrial, a disponibilidade é o que a enfermidade, ou a saúde, é para a medicina. Um médico ocupa-se da nossa saúde, um designer industrial preocupa-se com a disponibilidade dos utensílios. Esta é a distinção que separa o design industrial da arte. Para a arte a disponibilidade não é essencial, para o design industrial, em contraponto, é.

---

[51] «A conexão tradicional entre design industrial e desenho determina a imagem distorcida do designer industrial como produtor de esboços para apresentar ideias.» Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 113

[52] Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 113

[53] Bonsiepe alerta aqui para que «a preocupação de disponibilidade não deve ser confundida com a ergonomia. Primeiro, a ergonomia é mais uma ciência descritiva e analítica e menos uma disciplina projectual. Segundo, ela vive numa tradição, que quase não considera as práticas quotidianas, através das quais se constitui o programa de uso dos artefactos. Por último a ergonomia encontra-se completamente perdida frente à dimensão estética constitutiva para o uso.» Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 114

Encontra-se aqui a conexão com um conceito fundamental do design industrial [...] a interface. O design industrial concentra-se nos produtos que apresentam uma interface. A relação com o corpo humano e o espaço visual definem a área de intervenção do designer industrial e do designer gráfico. Por esse motivo, o projecto de um cabo trans-oceânico não é um tema de design industrial: nesse caso a interface é reduzida a um valor praticamente nulo.»[54]

Da mesma forma Bonsiepe considera que a mesma disponibilidade não é uma preocupação nuclear para as ciências, pois estas regem-se por afirmações baseadas na evidência e elaboradas através de um discurso hermenêutico. Para este autor o design não se pode assumir como uma ciência, embora possa ser aceitável uma ciência do design, ou seja a construção de um discurso científico sobre o design.

Assim, uma metodologia de design industrial não assume uma importância preponderante para a prática profissional da disciplina, o que talvez explique a sua falta de princípios, e por sua vez talvez também o caracterize. «O design encontra-se numa contínua procura do equilíbrio entre certezas e incertezas, [...] num sentido de encontrar coerência entre diferentes discursos.»[55]

Outro assunto também bastante discutido tem sido a relação entre o design e o binómio forma/função, tendo este último, não raras vezes encarnado brejeiramente a essência do design industrial. A forma, em ultima análise, entende-se essencial para a compreensão do espaço visual, pois esta, definida empiricamente através da geometria, pode ser apresentada ou representada através de uma gramática bastante completa. Mas a função pelo contrário não se apresenta tangível dentro do campo visual, «se nos referimos à função de um objecto corremos o risco de cair numa armadilha.[56] Este modo de utilização da linguagem leva-nos a considerar as funções como entidades físicas, [...] mas estas não residem nos produtos, residem na linguagem. As formas não têm uma função imanente que possa ser definida objectivamente, as formas são fenómenos que pertencem ao espaço visual, que podem ser descritas geometricamente e que inicialmente nada tem a ver com as funções.

Só graças à intervenção de um observador se determina a relação entre uma forma e a sua função. As formas não são uma consequência

[54] *Ibidem*, pág. 114
[55] *Ibidem*, pág. 114
[56] «Dizemos que a função de um cadeira consiste em deixar descansar a coluna vertebral e a parte inferior do corpo, [...] que a função de um puxador é permitir o abrir e fechar de uma porta» Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 149

determinista da função nem a função é uma entidade que reside na forma. Pelo contrário a preocupação pela disponibilidade pode definir a especificidade de um forma.»[57]

É legitimo então o designer contornar o formalismo, na medida em que as formas não assumem um cariz determinante no resultado final, devem sim garantir uma *affordance* eficiente de modo a o utilizador poder interpretar o objecto, manipulando-o com proveito ou satisfação.

«O designer industrial deve tornar visível o funcionamento invisível.»[58] Bonsiepe explica que o utilizador, acima de tudo não está interessado em perceber como funcionam os componentes internos de um objecto ou produto, mas sim na fiabilidade e no desempenho dos mesmos: no caso de um automóvel, não se assume então importante como funciona o motor ou a transmissão, ou outro componente, mas sim as prestações do veículo. No caso específico da caixa de velocidades, considerando as duas principais opções: automáticas ou manuais, aquilo que interessa ao utilizador, e que por sua vez, é da responsabilidade do designer, consiste em definir, não o tipo de engrenagens e as suas relações, mas sim a problemática de utilização do sistema de velocidades: como engrená-las, com que movimento, com que frequência, em que condições, que relação com a embraiagem ao nível da utilização, como deve ser manipulada a embraiagem em condução, se as suas relações garantem a máxima satisfação na utilização, entre inúmeros factores desta natureza que no fundo garantem a disponibilidade do sistema no conjunto do veículo. Em ultima análise, o resultado em detrimento do processo que está "por dentro".

Como a preocupação, nem deve ser apontada directamente para o interior nem somente para o exterior, mas sim para a interface, «o axioma da visibilidade baseia-se numa falsa ontologia: a oposição entre o interior e o exterior. O designer industrial tem o dever, de fazer os objectos utilizáveis como utensílios, e não, a obrigação de tornar legíveis as funções. [...] Por este motivo é erróneo questionar-se que aspecto deve apresentar uma caixa *Multibanco*, devendo-nos preocupar realmente em facilitar ao utilizador uma acção eficaz.»[59] Embora muitas vezes, a *affordance* não garanta uma aprendizagem instantânea ou suficientemente intuitiva, pelo menos através da observação do seu aspecto, deverá ser a manipulação, o

[57] *Ibidem*, pág. 149
[58] *Ibidem*, pág. 150
[59] *Ibidem*, pág. 151

estabelecimento de uma relação de uso a desempenhar este papel. Recorrendo-se a Heidegger que ilustra com clareza esta situação, podemos assumir que «nem a mais atenta observação, nem a mais insistente análise visual às coisas são suficientes para descobrir a sua disponibilidade. Uma observação somente "teórica" sobre os objectos não capta a dimensão da sua disponibilidade.

Nesta relação de uso, a preocupação subordina-se ao que é constitutivo. Quanto menos se olha para o martelo, quanto mais se agarra o martelo, mais autêntica será a relação de uso com a ferramenta".[60]

Contra a tese que os objectos devem ser transparentes, ou seja devem comunicar claramente, Bonsiepe defende que o significado não é uma categoria do espaço visual, ou seja, os objectos, mudos que são, não falam, e a competência do designer industrial deve permitir que sejam evocados determinados juízos. Mesmo quando é emitido um determinado juízo negativo, não quer dizer obrigatoriamente que o objecto esteja errado, pois o emissor desse juízo pode estar a considerar outros *standards*. Este juízo deve indiscutivelmente ser considerado, mas não linearmente, deve-se analisar cirurgicamente as causas e os efeitos de tal, para a corrigir as falências que lhe estão inerentes, compreender em ultima análise porque o juízo foi emitido de determinada maneira. Diferentemente «dos discursos científicos que estão preocupados com os juízos de evidências, o discurso do design industrial está relacionado com as motivações, e estas têm, como todas as motivações, uma causa, como já havia reconhecido Wittgenstein.»[61]

Desta forma, Bonsiepe observa como a necessidade de tornar possível o «agir eficaz» do utilizador permite ao designer afastar-se dos perigos do formalismo ou da vontade de «representar» a função do objecto.

O conceito de «disponibilidade» (retirado da proposta de Heidegger) é, neste sentido, particularmente interessante porque reduz a importância dada aos aspectos «visíveis» do projecto de design, propondo a maior atenção nos seus aspectos operativos, que segundo uma leitura meramente visual se encontram "invisíveis".

[60] Martin Heidegger, *Sein und Zeit*, 1984, pág. 69
[61] Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 149

1.1.3.1 Design e interface

«A interface é o âmbito em que se estrutura a interacção entre utilizador e produto de forma a permitir acções eficazes. O design é, sobretudo, o projecto de interface.»[62]

Esta proposta de Bonsiepe, para uma definição de design industrial, da década de noventa do século passado, mostra a sua preocupação em estabelecer uma íntima relação desta disciplina com a componente social e humana, abandonando morfologias anteriores associadas só a valores como a forma, a função e as necessidades. Este autor completa, resumindo que o que é realmente importante, não são os objectos, mas sim as operações eficazes que os utilizadores podem fazer com eles.

É fundamental uma reflexão sobre a evolução do programa que rege esta proposta, com a definição adoptada pelo ICSID, de Tomás Maldonado, apresentada sensivelmente trinta anos antes:

«O design industrial é uma actividade projectual dirigida a determinar as propriedades formais dos objectos produzidos industrialmente. Por propriedades formais não se deve entender somente as características exteriores, mas sobretudo as relações estruturais que fazem de um objecto uma unidade coerente, seja do ponto de vista do produtor, seja do utilizador.»[63]

Esta definição de Maldonado, articula já o conceito de forma com a função numa unidade estrutural, contornando definitivamente o estigma do formalismo.

De forma a sistematizar o conceito de interface, parece-nos oportuno neste momento considerar o *esquema ontológico* proposto por Bonsiepe, onde este, sob o ponto de vista hermenêutico, articula três âmbitos diferenciados, mas intimamente ligados, através de uma categoria central:

1 - O utilizador ou agente social, que deseja efectivamente cumprir uma função.

2 – A tarefa que o mesmo pretende executar, (por exemplo: cortar pão em fatias, pintar os lábios, escutar música *rock*, tomar uma cerveja).

3 – O artefacto ou utensílio, de que necessita o agente para levar a cabo acção, (por exemplo: faca para o pão, um lápis para os lábios, um *walkman*, uma caneca).

[62] "Las Siete Columnas de Diseño" de 1992. Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 35
[63] Tomás Maldonado, 1961

Coloca-se então a problemática da conexão destes três elementos tão heterogéneos, (corpo humano, objectivo de uma acção e um artefacto ou uma informação no âmbito da acção comunicativa), de forma a conseguir uma unidade. Esta afinidade é então permitida através de uma interface.
Mas «deve-se ter em conta que a interface não é um objecto, mas sim um espaço onde se articula a interacção entre o corpo humano, a ferramenta (artefacto entendido como objecto ou como suporte comunicativo) e objecto da acção. Este é justamente o domínio irrenunciável do design industrial e gráfico.

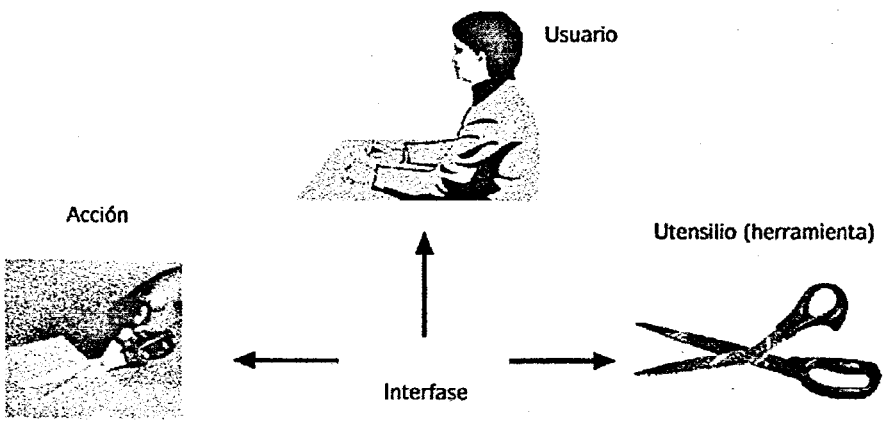


Fig. 2
Diagrama ontológico do design

BONSIEPE, 1999

A interface, é assim o âmbito central para onde se orienta o interesse do designer. Graças ao design de interface, articula-se o campo de acção na etapa de utilização dos produtos; a interface torna acessível o carácter instrumental dos objectos e o conteúdo comunicativo da informação, transforma os objectos em produtos; transforma a simples existência física *(Vorhandenheit)*, no sentido de Heidegger, em disponibilidade *(Zuhandenheit)*.»[64]

[64] Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 18

1.2 O design e a problemática da mobilidade contemporânea

A mobilidade é essencial ao homem de hoje. Esta torna-se então numa problemática incontornável da contemporaneidade, uma vez que são claros os indícios de saturação das respostas actuais, devendo-se portanto construir uma reflexão que procure soluções que combinem as potencialidades científicas com as necessidades culturais.

Qual deve ser então o papel do designer na definição de propostas culturais dentro da problemática da mobilidade contemporânea?

O designer poderá e deverá assumir um papel determinante no estudo de soluções nesta área, pois sem dúvida que, com a utilização das suas ferramentas de uma forma consciente e abrangente, terá todas as condições para participar activamente na elaboração de programas que possibilitem novas soluções, mais ou menos radicais, mas que devem garantir uma integração harmoniosa com as já existentes.

Uma visão panorâmica das circunstâncias e uma consistente consciência histórica permite ao designer, no momento em que este se assume como interlocutor privilegiado entre a necessidade e o resultado, detectar itinerários válidos de desenvolvimento, propondo-se então abordagens inovadoras que possam garantir, com mais valias, soluções para o futuro.

A avaliação das necessidades e das expectativas culturais, a consciência das políticas de desenvolvimento, a noção da disponibilidade tecnológica e o respeito pelas preocupações emergentes de segurança, traduzem-se então nos alicerces deste estudo. Assumindo humildemente as limitações, da não especialidade nas diversas disciplinas que serão essenciais para a consistência de um projecto deste âmbito, na medida em que, apresenta-se vastíssimo o leque de participações de disciplinas essenciais, o designer só pode recorrer a especialistas em cada uma de forma a poder garantir a valência qualitativa do projecto[65].

Propõe-se assim o papel do designer mormente como moderador entre as necessidades culturais e sociais da comunidade e as possibilidades tecnológicas, ecológicas e económicas da sociedade, através da articulação de "argumentos" como interconexão interoperabilidade e complementaridade.

[65] Citando o exemplo das engenharias que se dividem numa quase inesgotável diversidade de especialidades, ou da ergonomia ou ainda da percepção, entre outras, constata-se a imensidão de áreas de conhecimento, impossíveis de dominar completamente por uma educação essencialmente generalista que o designer sofre na sua formação.

1.2.1 Veículo, sistema ou interface?

Coloca-se então a questão de qual é o papel do designer perante este complexo trinómio: projectar o veículo, planear o sistema ou definir a interface? É um tema bastante complexo. O designer deve participar activamente nos três momentos, mas de formas distintas, as suas competências, e acima de tudo as suas responsabilidades, divergem drasticamente em cada um.

Importa aqui procurar definir com clareza o campo de acção do designer, porque este, não pode ter a insolência de se propor sozinho a resolver um veículo de utilização híbrida, com uma interface satisfatória, operativo num sistema viário global. Isto seria uma árdua tarefa para uma equipa multi-disciplinar, composta por vários designers, sociólogos, ergonomistas, economistas, gestores e engenheiros, (nas mais diversas disciplinas desta área), entre outros, durante certamente, vários anos e com orçamentos consideráveis.

Passamos então ao estabelecimento de fronteiras de operação do designer, que é a via mais razoável de abordagem ao projecto. Será por inerência o vector de orientação das propostas deste estudo.

O veículo.

Considerando que o desenvolvimento de um novo automóvel, que, e convém frisar, acaba geralmente por ser quase sempre um *redesign*[66] de um modelo anterior, ou uma síntese evolutiva de características e opções partilhadas com outros modelos[67], precisa em média, de aproximadamente dois anos, desde a definição do programa até estar disponível no mercado. Considerando também que inevitavelmente é desenvolvido por complexas e experientes equipas multi-disciplinares suportadas por grandes infra-estruturas, determina-se logo à partida que o designer será um peça, embora importante do "puzzle", mas só uma peça, não lhe podendo, de modo algum imputar-lhe a responsabilidade do projecto completo do veículo. Desta forma procurar-se-á garantir o mais rigorosamente possível

[66] Importa aqui esclarecer o sentido de *redesign* e para tal citamos Bonsiepe: «[...] *redesign* consiste na introdução de melhorias de tipo funcional e estético, baixando custos e simplificando a produção.» Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 31

[67] Pensamos ser justa esta afirmação, pois as soluções apresentadas nos novos modelos raríssimas vezes podem atribuir ao veículo um carácter revolucionário, (embora o *marketing* tenha o papel de fazer toda a gente pensar que sim), mas na verdade, quer a essência, quer o programa sofrem simplesmente "suaves" alterações incrementando a pouco e pouco soluções que muitas vezes já foram largamente testadas em competição.

o programa da interface, que deverá então, e segundo Bonsiepe, ser a preocupação fundamental do designer industrial.

Podemos considerar então, sem prejuízo, que a interface garante a clarividência do diferencial operativo entre a engenharia e o design, na medida em que o designer industrial assume a responsabilidade pelos «fenómenos de uso e funcionalidade, ou seja, pela integração dos artefactos na cultura quotidiana. O seu centro de interesse encontra-se na eficiência sócio cultural.»[68]

O sistema

O sistema apresenta-se como a garantia operativa e incontornavelmente contextualizadora do veículo, ou veículos em questão. Isto acontece na medida em que estes, sem o sistema que lhes permite assumirem-se como artefactos ou ferramentas "disponíveis"[69] para o utilizador, revelar-se-iam completamente desprovidos de sentido, não passando então de simples "objectos técnicos", incapazes de garantir a correspondência entre as expectativas (necessidades) de um cliente/utilizador e a oferta de um produto ou serviço.[70] Desta forma o designer industrial deverá apenas compreender o "universo" em que o sistema se enquadra, ter a consciência das problemáticas que lhe estão implícitas, de forma a poder caracterizar sumariamente as vantagens e as desvantagens, as dificuldades e as facilidades que estão associadas ao projecto em que trabalha. Desta forma poderá novamente, tal como para o veículo, determinar as coordenadas operativas do mesmo com o objectivo máximo da sua humanização, de forma a maximizar a operacionalidade, num primeiro momento cultural, e minimizar as problemáticas, quer de instalação, quer de utilização.

A interface

A interface revela-se então o âmbito de projecto considerado, e que se procurará aprofundar nos capítulos seguintes.

[68] Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 23

[69] Consideramos aqui fundamentalmente o conceito de "disponibilidade" *(Zuhandenheit)* introduzido por Heidegger e desenvolvido, entre outros por Bonsiepe, já aqui anteriormente analisado.

[70] *Ibidem*, pág. 40

2 Quadro histórico

2 Quadro histórico

A construção de um raciocínio passa indubitavelmente pela compreensão dos factos e das consequências no seu contexto histórico, de modo a reunir elementos para uma reflexão aprofundada sobre o assunto que se pretende desenvolver. Será este o momento por excelência que procurará construir um quadro histórico da problemática em investigação.

Não é nossa pretensão a procura de um fio condutor sintético, nem uma recolha exaustiva de todos os factos históricos, que de uma forma ou de outra deram o seu tributo, mas sim "isolar" momentos que se consideram essenciais e incontornáveis, pelo seu pioneirismo ou pela contribuição efectiva para o *statu quo* do transporte ferroviário.

Desta forma assume-se o risco da inevitável subjectividade na escolha dos assuntos seleccionados, tendo sido o critério capital a sua contribuição para o enquadramento do projecto desenvolvido nesta investigação.

Embora com algumas excepções segue-se um alinhamento cronológico, de forma a tornar mais clara a sequência dos factos históricos. Os exemplos analisados respondem, todavia, a critérios diferentes dos que norteiam a presente proposta, por privilegiarem essencialmente a procura da máxima velocidade.

2.1 A velocidade do vapor

Segundo Maurício Levy[1], «No início, claro, houve quem demonstrasse que uma locomotiva não podia..."locomover-se".
Com efeito, "sendo do senso comum", a aplicação de uma força numa roda girando em torno de um eixo apenas poderia dar origem a um movimento giratório em torno desse eixo (movimento de rotação), e não a um movimento de translação.»[2]
Outros igualmente cépticos questionaram até o conceito de mobilidade, dramatizando as implicações culturais e religiosas do acto, considerando-o imoral e responsável por uma lista substancial de malefícios: «e para quê afinal, digam-nos, querer viajar? Iremos aumentar até ao infinito a facilidade de deslocação, mas será realmente vantajoso para a moral, que o homem possa deixar tão fácil e frequentemente o lar que Deus lhe permitiu constituir? Os habitantes das aldeias irão abandonar a sua herança e a sua pacífica vida artesanal para se desmoralizarem nas grandes cidades, e terão depois relutância em voltar às suas aldeias, tornando-se desenraizados, inquietos, descontentes, talvez criminosos. Infelizes por certo.»[3]
Estas preocupações, que radicalizavam o cepticismo, não esqueciam também a problemática do sucesso matrimonial. Não suspeitavam

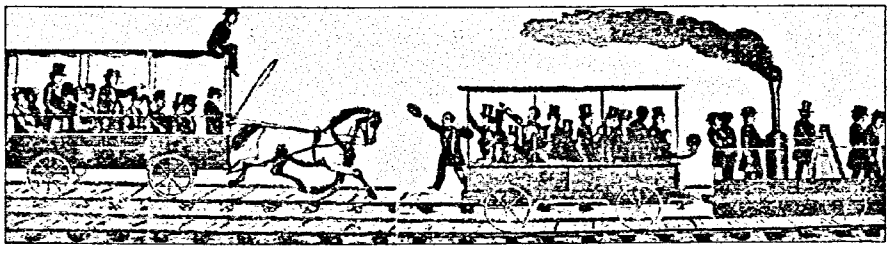


Fig. 3
Corrida entre a locomotiva *Tom Thumb* de Peter Cooper's com uma carruagem de tracção animal. Linha Baltimore & Ohio
1829

CHANT, 2001

certamente que, algumas décadas mais tarde, a esmagadora maioria dos países europeus, salvo a Suécia, sofria o drama de uma taxa de natalidade desequilibrada, que implicava um rápido envelhecimento da população com consequências sociais dramáticas.[4] «Havia ainda outros que se preocupavam com a estabilidade dos casamentos: se uma mulher pudesse enganar o marido e, sabendo-se descoberta, tivesse a possibilidade de

[1] «O caminho-de-ferro e a velocidade», in: *Bastão Piloto*, nº 117/118 Setembro/Outubro, pág. 03
[2] Argumento que não deixa de ser verdadeiro, se não considerarmos o atrito, pois quando este perde influência, a roda patina.
[3] *Ibidem*
[4] Hamish Mcrae, The World in 2020, HarperCollins, s.l., 1994

rapidamente interpor entre este e a sua pessoa confortável distância, escapando assim ao "merecido correctivo", quantos não viriam a ser os lares destroçados?"[5]

Estes profetas da desgraça assumiam posições que abrangiam da ética à "ciência", sendo caricato como o eminente físico francês François Arago[6], sem negar o movimento, predizia pleurisias a todos os temerários que ousassem andar de comboio; «isso se escapassem às catástrofes que as frequentes explosões de locomotivas em túneis iriam originar [...]. Ou ainda, a náuseas e vómitos, quando não deslocamentos da retina provocados pela pouca habituação dos olhos a deslocações superiores a 25 km/h. Doenças nervosas provocadas pela trepidação ou afecções respiratórias e desinterias devido ás rápidas mudanças de clima. Quanto aos gentis elementos do sexo feminino era-lhes garantido que qualquer mulher grávida que se aventurasse em comboios teria um aborto.»[7]

Mas, apesar das visões mais cépticas, sempre que se registava qualquer inauguração ferroviária, mesmo nos casos de troços insignificantes se tratasse, não faltavam curiosos a querer experimentar, sendo digno de nota que num espaço de cinquenta anos, todas as grandes cidades da Europa consideravam projectos de ligação ferroviária à capital do seu país.

Apesar do cepticismo inicial, o comboio a vapor assumiu um papel determinante na sociedade, preconizando socialmente o conceito de mobilidade tal como a entendemos agora. Os seus pioneiros acreditaram que o futuro dos transportes passava pelo caminho-de-ferro e não se enganaram, pois este modo, embora tenha sofrido uma inegável decadência nas décadas de 60 e 70 do século XX, renasce agora claramente através da alta velocidade.

Importa aqui reter o pioneirismo e a audácia na aposta num conceito que se mostrava tão frágil num momento inicial mas que, como já existia a matéria-prima, (o caminho-de-ferro de tracção animal e a máquina a vapor), podia evoluir para uma gestão eficiente dos recursos de forma a optimizar os resultados. Pretende-se assim fazer um paralelo entre os princípios acabados de enunciar e a proposta deste estudo, porque embora a "escala" seja diferente algumas coordenadas são idênticas.

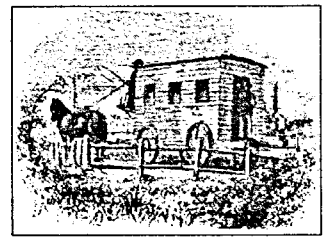


Fig. 4
A primeira carruagem construída por George Stephenson para o caminho-de-ferro de Stockton & Darlington, 1825

CHANT, 2001



Fig. 5
Cartoon publicado na Punch Magazine, 1853

CHANT, 2001

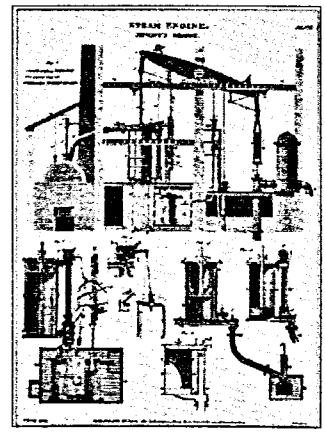


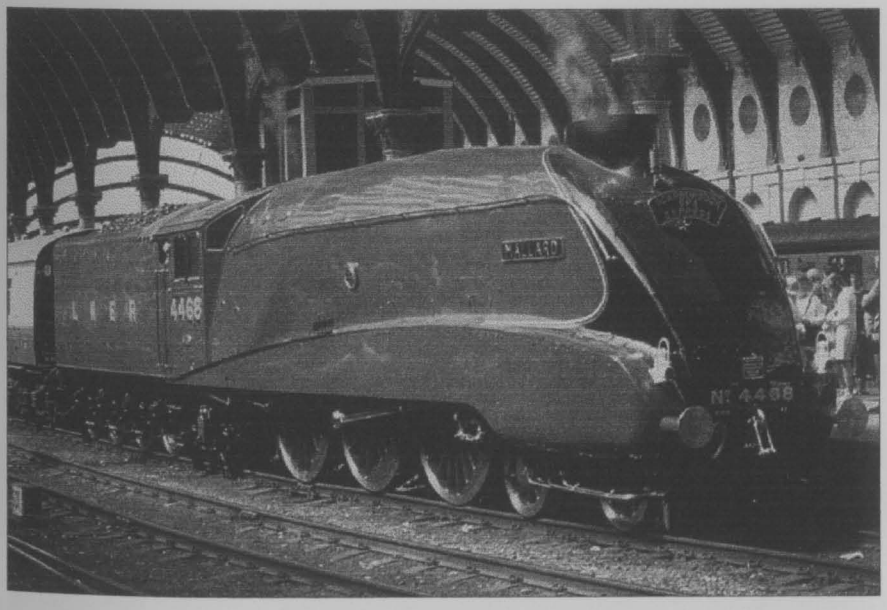
Fig. 6
Engenho a vapor de James Watt para a hidráulica de Chelsea. Publicado em 1820

CHANT. 2001

[5] «O caminho-de-ferro e a velocidade», in: Bastão Piloto, nº 117/118 Setembro/Outubro, pág. 03
[6] Dominique François Jean Arago (1786-1853), brilhante físico francês, professor de geometria analítica da École Polytechnique em Paris com idade de 23 anos, tendo mais tarde assumido o cargo de director do Observatório da mesma cidade, tendo-se distinguido por várias descobertas no campo da física, destacando o seu trabalho sobre a teoria corpuscular da luz em 1811.
[7] «O caminho-de-ferro e a velocidade», in: Bastão Piloto, nº 117/118 Setembro/Outubro, pág. 03

No no início do séc. XIX, a tecnologia do vapor afirmou-se no cenário industrial que estava a despoletar. Surgiram várias experiências mas acredita-se ser justo considerar o primeiro exemplo de sucesso operativo de mobilidade da "máquina" terrestre, os 47km/h obtidos pela locomotiva *Rocket* de Stephenson em 1829. Provou definitivamente a superioridade da máquina "locomotiva" sobre a tracção animal. É notável que foram somente necessários seis anos para que esse máximo tivesse sido duplicado, pois em 1835 uma locomotiva da *Sharp, Roberts & Co.* atingia a velocidade de 100 km/h. Aproximadamente cinquenta anos mais tarde, em 1893, são superados os 181 Km/h nos EUA pela célebre 999[8], o que não só era um recorde mundial de velocidade para caminhos-de-ferro a vapor, mas também um máximo mundial para todos os tipos de transporte[9].

Embora o vapor como meio de tracção tivesse sido abandonado progressivamente durante a primeira metade do século passado, muito devido aos avanços de soluções diesel, eléctricas e mistas (diesel-eléctricas), durante um século foi indiscutivelmente o "motor" da mobilidade. Despedindo-se honrosamente, através a sua mais rápida descendente, a inglesa *Mallard*, que aos oito anos de serviço no caminho-de-ferro britânico, conseguiu em Julho de 1938 circular a 203 km/h[10].



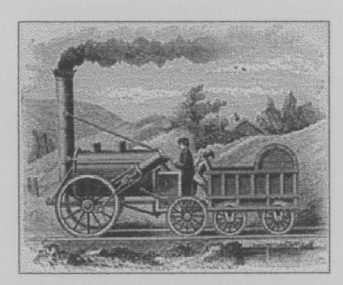


Fig. 7
Locomotiva a vapor *Rocket*, 1829

CHANT, 2001

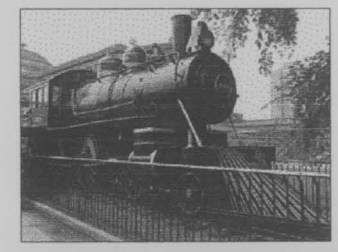


Fig. 8
Locomotiva a vapor *Nº 999* da New York Central & Hudson River Railroad, 1893

RILEY, 1995

Fig. 9
Locomotiva a vapor *Mallard*, 1938

http://www.users.globalnet.co.uk/~emgeedee/mallard.htm

[8] No dia 10 de Maio de 1893 a locomotiva a vapor *Nº 999* da *New York Central & Hudson River Railroad* puxou o *Empire State Express* 112.5 mph (181km/h) perto de Batavia, Estado de Nova Iorque. P. Kent Fairbanks, *Locomotive No.999*, Historical Architectural Drawings, http://www.archdrawings.com/locno999.html, s.d.

[9] Embora segundo Greg Procter este recorde não seja universalmente reconhecido: [112.5mph? 11/5/1893. Steam. Empire State Express. Record not accepted. Recognised as 81.8mph, (132km/h)] e seja considerada a marca de 102.8mph (166km/h) em 9/5/1893. Greg Procter, *Railway Speed Records: World + German*, http://homepages.ihug.co.nz/~procter/SPEED.HTM, 1997

[10] Oliver Keating, *The Mallard*. High Speed Rail, http://www.o-keating.com/hsr/index.htm, s.d.

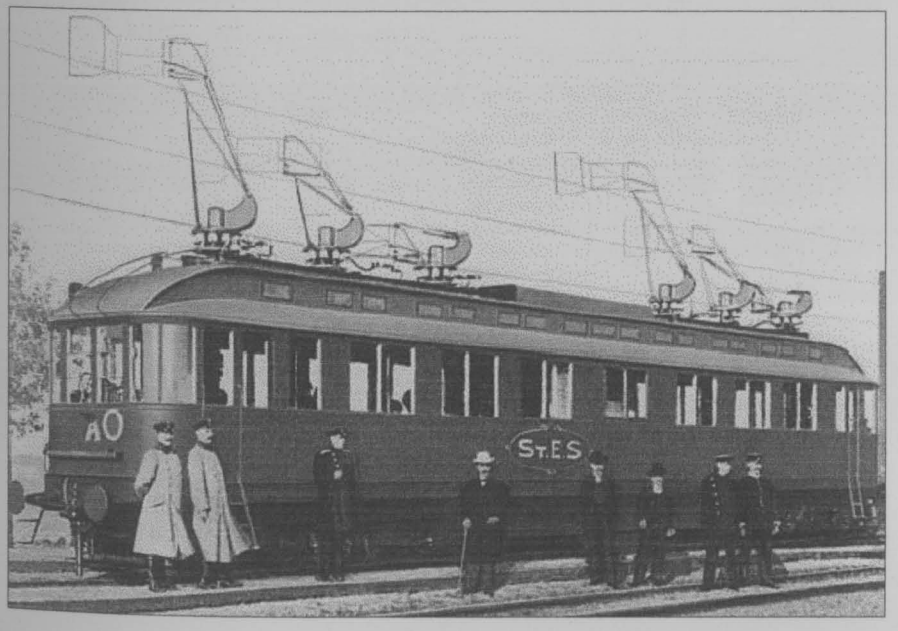
2.2 Fez-se Luz

Há aproximadamente um século que as experiências na propulsão eléctrica de veículos revelaram o seu potencial, o que consequentemente se traduziu no meio preferencial de locomoção em caminho-de-ferro na contemporaneidade.

No início do século XX, a emergente indústria eléctrica alemã permite o desenvolvimento de automotoras eléctricas que conseguem finalmente ultrapassar a barreira psicológica dos 200 km/h.

"Em 1899, as duas empresas eléctricas alemãs Siemens & Halske e Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (AEG) formaram, com o apoio do governo prussiano e de vários bancos, um consórcio chamado Studiengesellschaft Elektrische Schnellbahnen (St.E.S.) (Grupo de estudo para alta velocidade em caminho-de-ferro eléctrico)"[11], do qual o Dr. Walter Reichel, era o engenheiro principal do projecto.

Foi então atribuída a construção de duas automotoras gémeas à fábrica de equipamento ferroviário de Colónia Zypen & Charlier, tendo sido o equipamento eléctrico fornecido pela Siemens & Halske ao veículo designado por "S" e pela AEG ao denominado por "A".



A tracção eléctrica estava ainda a dar os primeiros passos, tendo em conta que a primeira locomotiva a mover-se electricamente, construída por

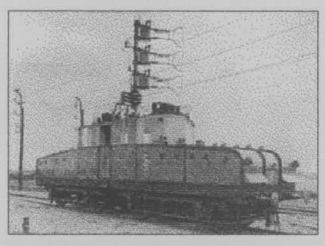


Fig. 10
Locomotiva eléctrica de testes par alta velocidade espera entre entre Zossen e Marienfelde, 1902

SCHULZE, 2001

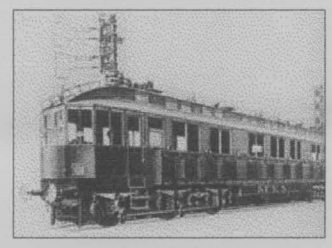


Fig. 11
Automotora eléctrica *Siemens "S"*, 1903

SCHULZE, 2001

Fig. 12
Automotora eléctrica *AEG "A"*, 1903

SCHULZE, 2001

[11] Kurt H. Miska, *130 mph With Three-Phase Power in 1903*, http://www-personal.umich.edu/~khmiska/Zossen.htm, 2002

Werner von Siemens alcançou os 13 km/h[12] na sua primeira demonstração em Berlim[13] em 1879 e já se apostava em 1901, na alta velocidade.

As dificuldades técnicas eram tremendas. Reconhecidas as limitações iniciais da corrente continua (CC) a aposta é então na corrente alternada (CA), já em uso. "Foi erguido um sistema de catenária trifásica, pelo lado da linha em que a altura dos três fios estava entre 5,5 m para o mais baixo e 7,5 m para o mais alto, tendo variado a voltagem de 6 kV a 14 kV e as frequências entre 25 Hz e 50 Hz, dependendo a que velocidade os veículos eram testados."[14]

Prontos para testes em 1901, embora com soluções eléctricas diferentes[15] os veículos alcançaram desempenhos idênticos. Em1903 a automotora *Siemens "S"* atinge a velocidade de 206,7 km/h e apenas dezassete dias depois a *AEG "A"*, alcançaria os 210,2km/h. [16] [17]

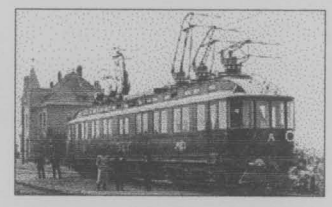


Fig. 13
Automotora eléctrica *AEG "A"*, Pantógrafos individuais montados em linha, 1903

SCHULZE. 2001

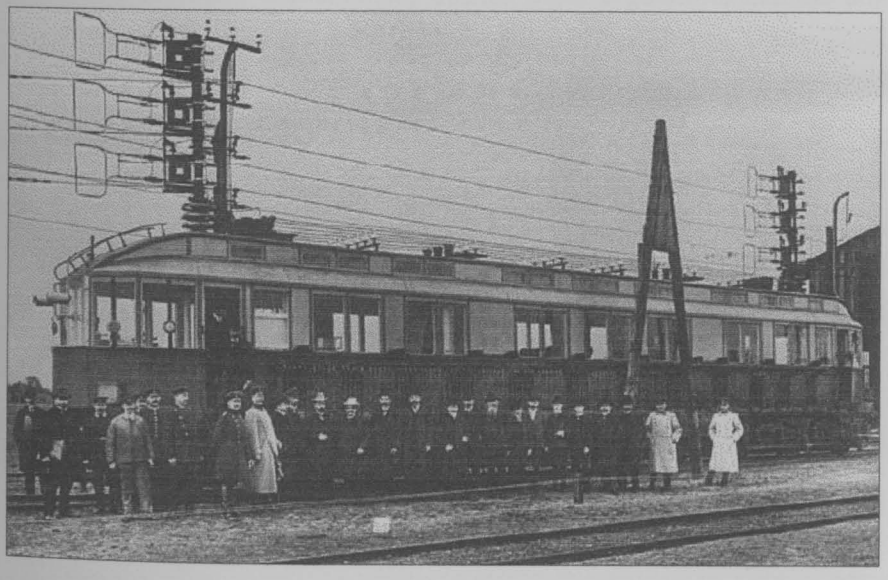


Fig. 14
Automotora eléctrica *Siemens "S"* Pantógrafos montados num poste industrial vertical, 1903

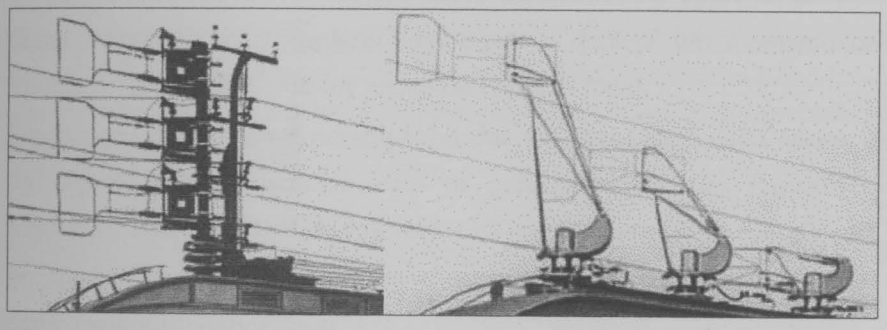
SCHULZE. 2001

Este contexto "tecnicista" pretende enfatizar a conjuntura experimentalista inerente a este projecto, no momento em que «a aposta num sistema trifásico em 1899 não foi certamente uma questão pacífica, tendo levantado muitas questões, que não puderam ser imediatamente respondidas: como é que funciona um cruzamento de linhas com catenárias triplas laterais para pantógrafos triplos? Como mudar a

[12] Propulsionada por um motor de 150 volts CC com 5 cv (3.75 kW)
[13] Kurt H. Miska,., *130 mph With Three-Phase Power in 1903*, http://www-personal.umich.edu/~khmiska/Zossen.htm, 2002
[14] *Ibidem*
[15] Os pantógrafos eram certamente a característica mais distinta; no veículo "A" estes eram individuais e estavam montados em linha, no veículo " S" três pantógrafos estavam montados num poste industrial vertical.
[16] Recorde estabelecido na linha militar prussiana entre Zossen e Marienfelde a cerca de 30 km de distancia de Berlin em 6 de Outubro de 1903. AAVV, *Record runs of high speed trains*, http://luebeck.com/~lux/lo_lx/lore.htm, s.l., 2001
[17] Kurt H Miska, *130 mph With Three-Phase Power in 1903*, http://www-personal.umich.edu/~khmiska/Zossen.htm, 2002

velocidade a um motor trifásico? De qualquer forma era possível ser feito naquele momento, mas era complexo e caro [...] sem os *thyristors* de hoje. Mesmo assim, o St.E.S. avançou.»[18]

Embora escolha inicial da corrente trifásica tenha sido abandonada, os



elementos eléctricos e as características dos veículos tenham sofrido uma assinalável evolução, a Alemanha, através deste organismo, assume um papel incontornável na definição do que irá ser a alta velocidade cem anos mais tarde, atingido objectivos que só teriam uso prático 50 a 60 anos mais tarde.



Fig. 15 / 16
100 Anos separam estes pantógrafos para corrente alternada (CA) de fabrico alemão.

1901 - Voltagem de 6 kV a 14 kV e as frequências entre 25 Hz e 50 Hz
2001 - Voltagem de 15 kV e as frequências 16,7 Hz

SCHULZE, 2001

[18] *Ibidem*

2.3 O projecto RAK



Fig. 17
Fritz von Opel
1899 - 1971

http://www.dik.maschinenbau.tu-darmstadt.de/deutsch/forschung/prj_rak2/uk/index.html

Apesar de algumas reservas no seu reconhecimento, tendo em conta que as fontes revelaram-se em alguns casos contraditórias, optou-se com os riscos inerentes, por considerar importante e dedicar um momento ao insólito projecto *RAK3 - railway rocket* de Fritz von Opel.

Preocupado com o baixo desempenho das motorizações da sua época, e de alguma forma fascinado com as potencialidades dos foguetes e foguetões, Fritz von Opel decide retirar os componentes responsáveis pela propulsão de um dos seus veículos e "carregá-lo" com foguetes, para obter assim melhores *performances*.

Os principais problemas encontrados nas primeiras experiências *RAK1* e *RAK2* revelavam-se ao nível da estabilidade e aerodinâmica, o que não viabilizava definitivamente possibilidades de êxito na condução. Assim, para poder garantir o "controlo" dos veículos, Fritz von Opel optou pela continuação da sua pesquisa já não em estrada, mas sim em caminho-de-



Fig. 18
Fritz von Opel ao volante do seu *RAK2*

http://www.pilotenbunker.de/Unbek_Helden/Raketenm/raketen.htm

ferro, na medida em que as condições do novo cenário permitiam níveis de segurança inalcançáveis sobre o asfalto.

O estudo sobre o projecto *RAK* da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Tecnologia de Darmstadt[19] revela interessantes poremnores. «Fritz von Opel [...] depois de ter evitado o desastre eminente quando o seu *RAK2* entrou em derrapagem, [...] após ter atingido a velocidade de 230 km/h, decidiu bater o recorde mundial de velocidade com um comboio-foguete.

Como a linha para o teste, em Hannover, ainda não fora oficialmente aberta entre Celle e Burgwedel, a Reichsbahn[20] disponibilizou a infra-

[19] AAVV, The RAK-project, scientific work of the department of Computer Integrated Design in cooperation with the Adam Opel AG, http://www.dik.maschinenbau.tu-darmstadt.de/deutsch/forschung/prj_rak2/uk/projektrakframe.html, 2001
[20] Deutsche Reichsbahn - Caminhos de Ferro do Estado Alemão em 1928

estrutura. Um mês depois do êxito do *RAK2*, agora no caminho-de-ferro, o veículo *RAK3* (não tripulado) iniciou os testes no dia 23 de Junho de 1928. Depois do sucesso de aumentar o recorde de velocidade de 215 km/h para 254 km/h[21], planeou bater o recorde absoluto de 328 km/h com uma versão melhorada do *RAK3*.»

Segundo Cliff Lethbridge, «Neste teste, um conjunto de 24 foguetes impeliu um vagão a uma velocidade máxima de 161 km/h. Dois novos testes se seguiram-se na linha entre Blankenburg e Halberstadt. Os resultados específicos destes testes são desconhecidos, com a excepção que os foguetes não moveram um veículo mais pesado no derradeiro teste.»[22]

Embora segundo o estudo referido anteriormente a versão seja ligeiramente diferente quando refere que «[...] estas versões *RAK3* e *RAK4* desenvolvidas posteriormente explodiram. Como resultado a administração do Reichsbahn não permitiu mais tal tipo de actividades na sua rede ferroviária, de forma que o já construído *RAK5* nunca entrou em acção.»[23]

É decisivo aqui perceber a problemática que Opel enfrentou na sua corajosa cruzada pela velocidade: em numa atitude de abertura e experimentalismo, avaliando as dificuldades encontradas nos seus primeiros protótipos rodoviários, *RAK1* e *RAK2*, reconheceu a importância da "estabilidade" garantida pelo caminho-de-ferro para continuar as suas experiências.

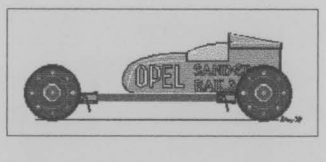


Fig. 19
RAK3
Estudo

http://www.luebeck.com/~lux/lo_lx/lore.htm

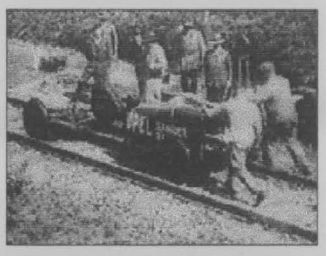


Fig. 20
RAK3
Testes na linha entre Celle e Burgwedel, 1928

http://dedictvi.opel.cz/firsts/stage.html

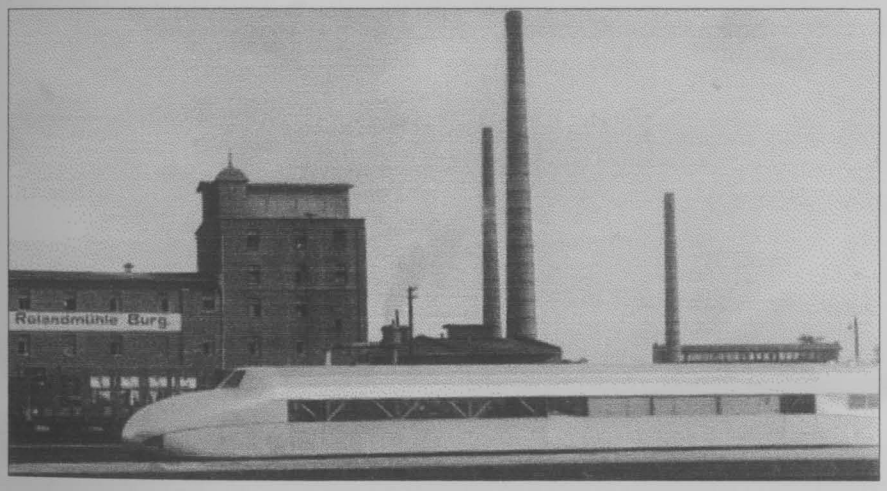
[21] Este veículo de 375 kg propulsionado por 30 foguetes, acabaria por explodir segundos depois de estabelecido o recorde. AAVV, *Record runs of high speed trains*, http://luebeck.com/~lux/lo_lx/lore.htm, 2001

[22] Cliff Lethbridge, *History of Rocketry. Chapter 3. Early 20th Century*, Spaceline, Inc, http://www.spaceline.org/history/3.html, Cape Canaveral, 2000

[23] AAVV, The RAK-project, scientific work of the department of Computer Integrated Design in cooperation with the Adam Opel AG, http://www.dik.maschinenbau.tu-darmstadt.de/deutsch/forschung/prj_rak2/uk/projektrakframe.html, 2001

2.4 Rail Zeppelin

Franz Kruckenberg, uma figura incontornável do pioneirismo do caminho-de-ferro alemão, ficou conhecido não só pela sua participação em projectos de comboios, que entraram para a história pelo serviço que prestaram, como pelas suas experiências que consolidaram o vigor da criatividade e o arrojo alemães na primeira metade do séc. XX.



«No dia 21 de Junho de 1931, o *Schienenzeppelin* (*Zeppelin* sobre carris) de Franz Kruckenberg (1882-1965) bateu o recorde de velocidade em caminho-de-ferro, que se manteria por vinte anos. Numa linha entre Hamburgo e Berlim, este protótipo de alta velocidade alcançou os 230 km/h durante aproximadamente 20 km.»[24]

O *Rail Zeppelin*[25] acabaria por nunca chegar a entrar em produção, devido aos perigos e aos incómodos que representava o uso de uma hélice descoberta em estações de caminho-de-ferro repletas de passageiros.

Este projecto, demonstra claramente a fragilidade do pressuposto de que um programa viável no transporte aéreo também o será no transporte terrestre. Neste caso, em que a inovação segue mais preocupada com a celebração da tecnologia do que com as necessidades dos viajantes, a impossibilidade de utilização (ou a pouca probabilidade de um uso satisfatório com as infra-estruturas da época), determinou a sua morte à nascença.

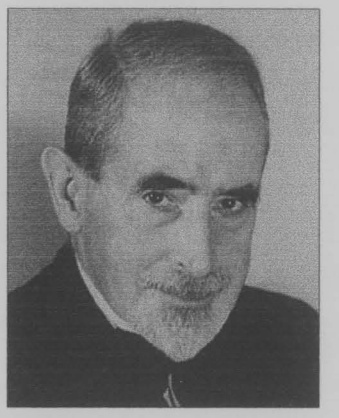


Fig. 21
Franz Kruckenberg
1882 -1965

http://www.bosch-stuttgart.de/purespace/kruck.html

Fig. 22
Rail Zeppelin, 1931

http://www.fh-merseburg.de/~nosske/EpocheII/Fzg/e2f_tws.html



Fig. 23
Rail Zeppelin

http://www.modellbahn.com/kruckenberg.html

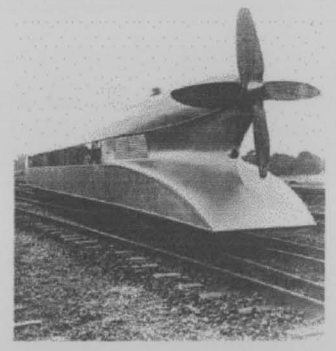


Fig. 24
Rail Zeppelin

http://www.bics.be.schule.de/son/verkehr/eisenbah/lok/vtwagen/lo_002 1.htm

[24] AAVV, *Franz Kruckenberg's Schienenzeppelin: Rail Zeppelin*, http://www.modellbahn.com/kruckenberg.html, 2001
AAVV, *Record runs of high speed trains*, http://luebeck.com/~lux/lo_lx/lore.htm, s.l., 2001

[25] Foi usado um motor de avião BMW para mover uma hélice de quatro lâminas de madeira que propulsionava o leve veículo, pois a construção do corpo era semelhante aos aeróstatos de Zepelim então bastante populares.

2.5 *Pneurail* e as *Michelines*

Nos início dos anos trinta do século passado, a precariedade das condições da via de algumas linhas regionais em França, leva Marcel Michelin, «após a bicicleta, o automóvel e o avião, a interessar-se pelo caminho de ferro.

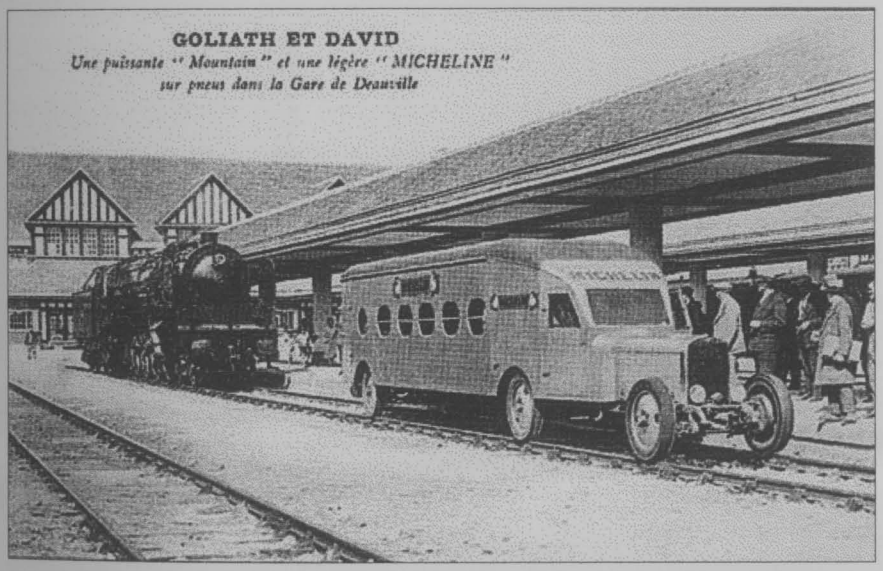


Fig. 25
Micheline da primeira geração na gare de Deauville, em 1931 (Cartão postal publicitário *Michelin*)

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

Constatando o défice crónico das linhas secundárias do caminho-de-ferro, Michelin imagina uma solução: "Estas linhas são abandonadas pelos clientes por causa de baixa velocidade dos comboios e da pouca flexibilidade dos seus horários. Além disso, para transportar alguns passageiros, é usado um material muito pesado, que se traduz numa exploração muito cara.»[26] Era então necessário desenhar veículos mais confortáveis, mais rápidos, leves e económicos, de forma a responder melhor à problemática detectada. Michelin propõe «a aplicação aos veículos sobre carris de uma liga de borracha nas rodas»[27].

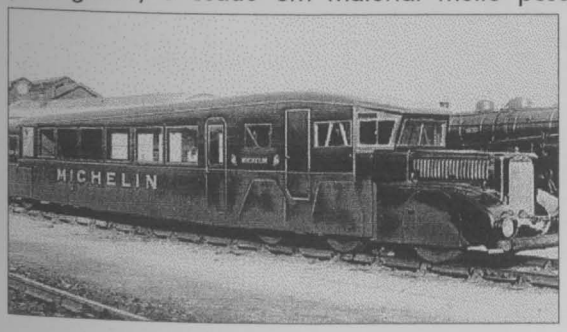


Fig. 26
Protótipo de uma *Micheline Type 12*, estacionada no depósito de Argentan nos anos 30, após uma marcha de ensaio

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

Surge assim o conceito de *pneurail*[28] e as *Michelines*, que seriam mais confortáveis e pesariam «sete vezes menos de que um material ferroviário tradicional, o que se traduzia numa economia consideravel. »[29]

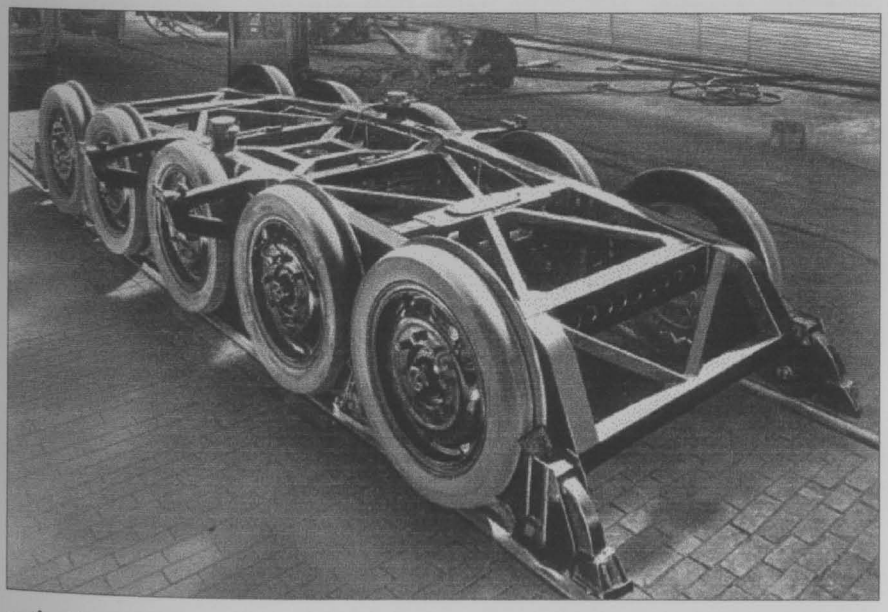
[26] AAVV, *Les Michelines.1929-1938 une décennie d'innovations*, Michelin, http://www.michelin.ca/ca/fre/groupe/p1136.htm#MICHELINE, 1997
[27] *Ibidem*

O primeiro *pneurail* foi «construído em 1929 e testado num veículo *Renault 4 CV* modificado para o efeito. Marcel Michelin (filho de André Michelin) assumiu a responsabilidade dos novos veículos ferroviários - as *Michelines* – até à guerra de 1939. A sua morte em 1945 explica em parte a estagnação do desenvolvimento do *pneurail* apesar dos testes realizados antes da guerra.»[30]

A primeira demonstração pública das *Michelines* na linha Massy - Palaiseau Chartres em 1931 marca o seu nascimento. A 10 Setembro desse ano uma *Micheline* equipada com um motor *Hispano-Suiza* de 55 cv efectua o percurso Deauville - Paris à velocidade média de 107 km/h, uma performance considerável para a época.

Até o fim dos anos trinta, a *Michelin* produz os bogies, a suspensão e a carroçaria de cento e vinte e cinco *Michelines* que circularam em diversas linhas em França e nas suas colónias [...]. A história das *Michelines* acabou praticamente em 1939, mesmo que tenham circulado em França até 1953 e ainda circulem em Madagáscar.

O fim do departamento ferroviário da *Michelin* em 1944 não marcará a



extinção do *pneurail*: «até 1948, serão equipados três ramos de carruagens das ligações rápidas Paris - Strasbourg, para formar comboios com as

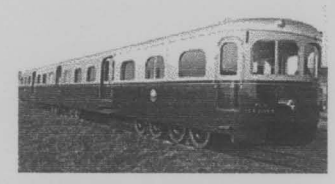


Fig. 27
Micheline construída em 1937 pela *Carel Fouché & Cie*, (autorizada pela *Michelin* desde 1932)
Com um peso de 19 T, e um comprimento de 30 m transportava 100 pessoas a 130 km/h, sobre 12 eixos e 24 *pneurails*

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

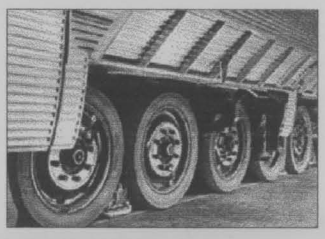


Fig. 28
Carruagem *Carel-Fouché*.
Como a borracha é um isolante eléctrico, o rolamento sobre pneumáticos implica a montagem sobre cada bogie escovas metálicas em contacto permanente com os carris (visível entre o primeiro e o segundo eixo), indispensáveis para o funcionamento da sinalização luminosa

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

Fig. 29
Bogie de 5 eixos *Carel-Fouché*.
Carruagens das grandes linhas utilizadas na ligação Paris - Strasbourg, a partir de 1948.

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

[28] Roda para caminho-de-ferro composta por jante e pneumático. Caracteriza-se por uma cobertura pneumática de carcaça têxtil, com fibras de algodão, para baixa pressão, cujos primeiros modelos tiveram uma capacidade da carga limitada a 600 kg. Esta última característica impôs ao mesmo tempo a leveza dos veículos e a multiplicação do número dos eixos. Mais tarde o pneurail, vai beneficiar de certas inovações. A carcaça passa a ser metálica e a carga admissível chegará aos 2000 kg, enquanto que a robustez e a durabilidade alonga-se sensivelmente. AAVV, *Présentation du Pneurail. Les "Michelines"*, http://autorails.free.fr/fmichelin2.htm, 2002

[29] *Ibidem*

[30] *Patrick* Portier, *Le Pneurail selon Michelin. Les "Michelines"*, http://autorails.free.fr/fmichelin2.htm, 2002

locomotivas a vapor *230 K*, [...]. Estes veículos foram equipados com bogies de 5 eixos, já com os *pneurails* de carcaça metálica e carga



Fig. 30
Um ramo da série *MP-55* na estação Hôtel-de-Ville, metro de Paris

http://www.emdx.org/rail/metro/principe.html

admissível de 2000 kg, o que permitia mais de 60000 km de utilização.»[31]
A tecnologia do *pneurail Michelin* saiu do serviço comercial em França em 1956.

Somente algumas composições do metropolitano de Paris são equipadas com pneumáticos, embora com uma tecnologia bastante diferente: utilizam-se pneus portantes (que deslizam sobre vias largas e planas), e pneus horizontais (que garantem a orientação lateral). A infra-estrutura tem uma morfologia particular, o que não se passa no caso da utilização do pneurail [32].

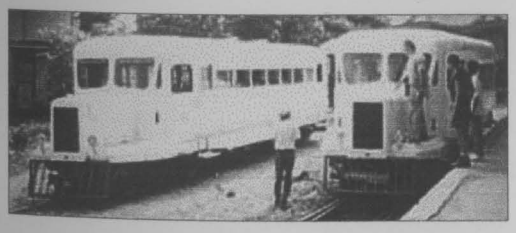


Fig. 31
As duas *Michelines* baptizadas *Viko Viko* e *Tsikirity* ainda circulam entre Tana e Andasibe em Madagáscar. (dados de 30 de Outubro de 2002)

http://autorails.free.fr

Entende-se aqui as preocupações de Marcel Michelin, quando enuncia carências da exploração ferroviária de uma considerável parte da rede de caminhos-de-ferro franceses. A constatação da baixa velocidade, da pouca flexibilidade de horários e da utilização de material muito pesado para transportar poucos passageiros, levou-o a propor novos conceitos de veículos para procurar reduzir os custos de exploração. A postura desta investigação compreende perfeitamente a sua preocupação.

[31] AAVV, *En voiture. Les "Michelines"*, http://autorails.free.fr/fmichelin7.htm, 2002
[32] AAVV, *Présentation du Pneurail. Les "Michelines"*, http://autorails.free.fr/fmichelin2.htm, 2002

2.6 França pioneira da alta velocidade

Embora os alemães tivessem dado os primeiros passos, e os japoneses a tivessem explorado comercialmente antes, foram os franceses que primeiro



Fig. 33
Locomotiva eléctrica *BB 9004*
1951
331km/h

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/fr/electric/dc/9000/bb9004.jpg

apostaram na definição dos critérios do que actualmente se considera alta velocidade.

«Após a electrificação da linha de Paris a Lyon, entre 1950 e 1952, Louis Armand, o director geral da *SNCF*[33], ansioso por estudar as condições de segurança ligadas à alta velocidade, decide empreender uma série de ensaios de velocidade da ordem dos 300km/h, na linha de Landes entre Lamothe e Morcenx sobre uma secção rectilínea de 66 km [...].»[34]

As duas locomotivas eleitas a *Alsthom CC7107* e a *Schneider BB9003*, com algumas modificações, viram a tensão da catenária reforçada e três dias após o início dos ensaios a primeira atinge os 331km/h e no dia seguinte, 29 de Maio de 1951 a segunda acompanha o novo recorde mundial de velocidade.

Estes testes são os primeiros passos de uma longa caminhada que viria a resultar nos actuais comboios *TGV*[35], mas sem que entretanto, ainda antes da crise do petróleo de 1974, a *SNCF* tenha considerado a possibilidade da utilização de combustíveis fósseis como aposta para a alta velocidade, o



Fig. 32
Louis Armand
1905 -1971

www.louis-armand.uha.fr/accueil/biographie/biographiela.htm



Fig. 34
Locomotiva eléctrica *CC 7107*,
1951

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/fr/electric/dc/7100/7101-09/cc7107.jpg

[33] Société Nationale des Chemins de fer Français
[34] AAVV, SNCF : 50 ans de records de vitesse, Société Nationale des Chemins de fer Français, http://www.sncf.com/co/presse/com-188.htm#1, 2001
[35] Train à grande vitesse

que explica a encomenda à Alsthom-Atlantique do protótipo de um *turbotrain* de alta velocidade – o *TGV 001*.

Este primeiro *TGV* era um comboio de testes para um programa de

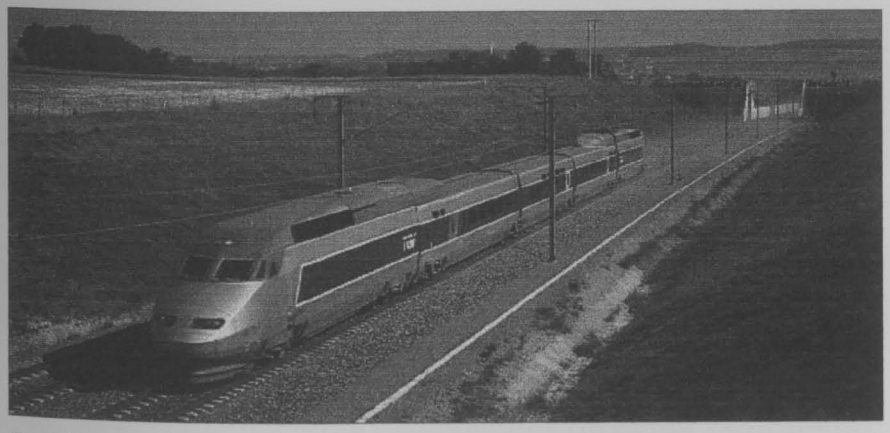


Fig. 35
TGV 001, 1977
Testes a 280 km/h

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/fr/electric/emu/TGV/prototype/img0513.jpg

pesquisa vasto que englobava: tracção, dinâmica do veículo, frenagem, aerodinâmica, sinalização, e outras tecnologias que precisaram de ser desenvolvidas para permitir velocidades mais altas. A composição era "indeformável" e composta por duas motoras com um par de turbinas de helicóptero cada, que enquadravam três reboques.[36]

Os testes com este protótipo permitiram à SNCF considerar novamente a aposta na electricidade e em Abril de 1980 é entregue a primeira composição eléctrica *TGV*. Em Fevereiro de 1981 o *TGV 016* estabelece a velocidade de 380 km/h.



Em Maio de 1990 era estabelecido o recorde mundial de velocidade sobre carris: 515,3 km/h.

Fig. 36
TGV 325, 1990
515,3 km/h

http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/jpg/tgvawr3.jpg

Em 1968, Jack Cooper[37] começou a trabalhar para a Alsthom, após uma prolongada experiência de trabalho com Raymond Loewy, tendo sido responsável pelo projecto inicial de design do *TGV*. Foi a partir de um

[36] Clem Tillier, Yann Nottara, *Early TGV History*, TGVweb, http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/history.html, 2001
[37] Designer industrial

programa que determinava a concepção de "um comboio que não parecesse um comboio" que Cooper desenvolveu o projecto, estando então nos finais dos anos setenta o conceito do comboio completamente definido.[38]

Enquanto que as suas propostas para o exterior foram imediatamente aceites, a concepção dos interiores revelou-se um processo bastante moroso, devido à necessidade de ser detalhado até às ultimas consequências e porque muitos dos requisitos do projecto entravam em conflito, sendo então necessário reformula-los sistematicamente para responder com soluções mais adequadas.

«Os espaços interiores têm de ser convidativos, confortáveis, tranquilos, fáceis de limpar e fixar e suavemente integrados para criar uma atmosfera uniforme. O conforto seria acessível a todos os passageiros mantendo um certo *status* e "bom gosto".»[39]

A partir da segunda geração[40] do *TGV*, o *Atlantique*, será o designer Roger Tallon a reinterpretar os princípios que continuaram a ditar o projecto deste comboio.

O sucesso incontestável do TGV, deve-se muito a uma relação consciente e precisa entre programa e projecto.

Uma preocupação evidente em desenvolver o(s) veículo(s), muito para além do campo das engenharias, (o que lhe permitiu bater recordes de velocidade), mantendo um atitude consertada e sistémica com o design, permitiu uma contemporaneidade, que dilui os vinte anos de idade dos primeiros veículos construídos. O dialogo conseguido entre a inovação e a síntese cultural ditou a afirmação que o produto /serviço *TGV* conseguiu perante os utilizadores.



Fig. 37
TGV Duplex
Detalhe de acento

TALLON, 1996

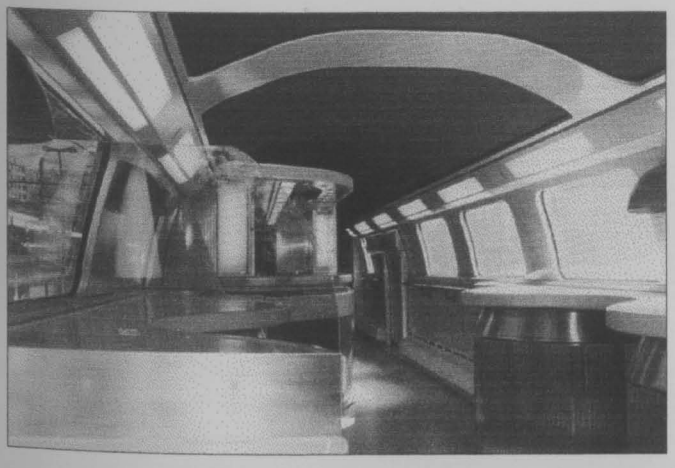


Fig. 38
TGV Duplex
Bar superior

TALLON. 1996

[38] *Ibidem*
[39] *Ibidem*
[40] Considera-se primera geração o *TGV PSE* "laranja" (Paris Sud-Est).

2.7 *Monocarris - Aérotrain e Transrapid*

Aérotrain

No inicio dos anos 60, era considerada uma prioridade pela administração do território do governo francês ligar Paris a outros aglomerados populacionais distantes entre 100 e 200km, através de relações de alta velocidade. Estava assim criado um cenário favorável ao estudo de propostas de novos meios de transporte. O engenheiro Jean Bertin, que já havia trabalhado em aplicações de "almofada de ar" funda a Sociedade Bertin[41] e propõe o princípio do "aero-deslizamento guiado" com o projecto *Aérotrain.*[42]

O princípio da almofada de ar era simples: garantir que objectos flutuassem ou levitassem, sobre um fluxo constante de ar pressurizado. Esta descoberta remonta à Inglaterra do séc. XVIII, tendo sido recuperada em 1916 na construção de um barco *"hovercraft"* que atingiu os 75km/h.[43]

Desde 1958 em Inglaterra foi desenvolvida paralelamente a investigação para barcos por Christopher Cockerell da Hovercraft Developpment Corporation Ld. e pela Société Bertin mais vocacionada para transportes terrestres.

Após várias experiências de almofada de ar, apostou-se num carril em "T invertido" que garantia um óptimo apoio e orientação. Construiu-se então um modelo à escala, tendo os testes começado em 1963. Os resultados

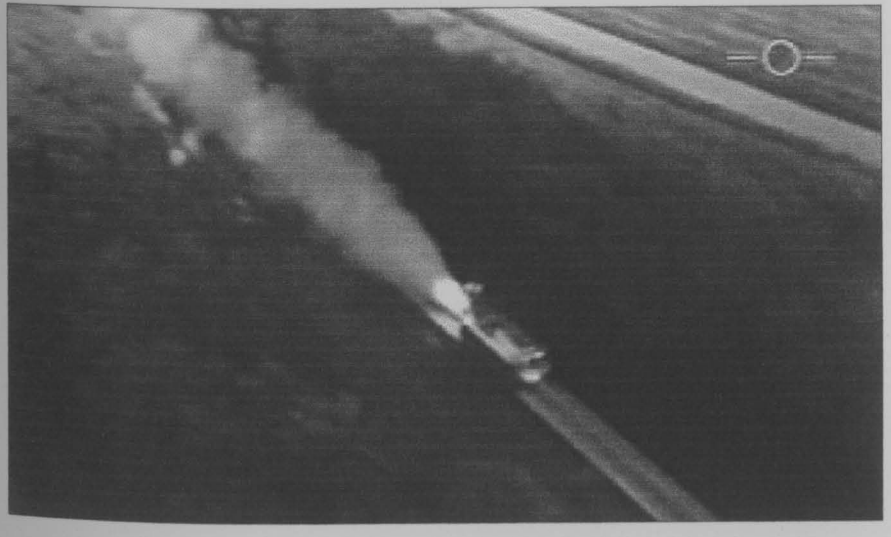




Fig. 39
Jean Bertin
1917-1975

www2.ac-rennes.fr/cst/doc/dossiers/aerotrain/

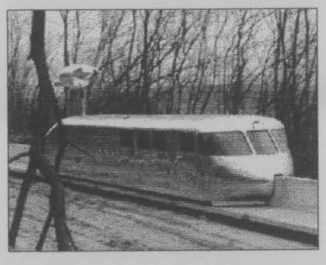


Fig. 40
Aérotrain Expérimental 01
Com 2600 kg, era sustentado por dois ventiladores que expeliam o ar bombeado pelos dois motores Renault Gordini de 50 Cv
Com estes motores em acção, gravitava a 2/3mm sendo possível move-lo facilmente à mão.
A propulsão era assegurada por motor de avião de 260 Cv + hélice reversível de três pás.
1966

http://lfey.chez.tiscali.fr/AEROTRAIN.html

Fig. 41
Aérotrain Expérimental 01
propulsionado por um reactor *Fouga Magister*,1966

http://aernav.free.fr/Index.html

[41] Sociedade de pesquisa e desenvolvimento com o objectivo de aplicar os mais recentes desenvolvimentos científicos a processos industriais. AAVV, *Le transport dans les annees 60*, L'aerotrain Bertin, http://lfey.chez.tiscali.fr/AEROTRAIN.html, s.l., s.d.
[42] *Ibidem*
[43] Stéphane Bastien, L'histoire de l'Aérotrain, L'Aérotrain et Les Naviplanes, www.aerotrain.net, s.l., 1987

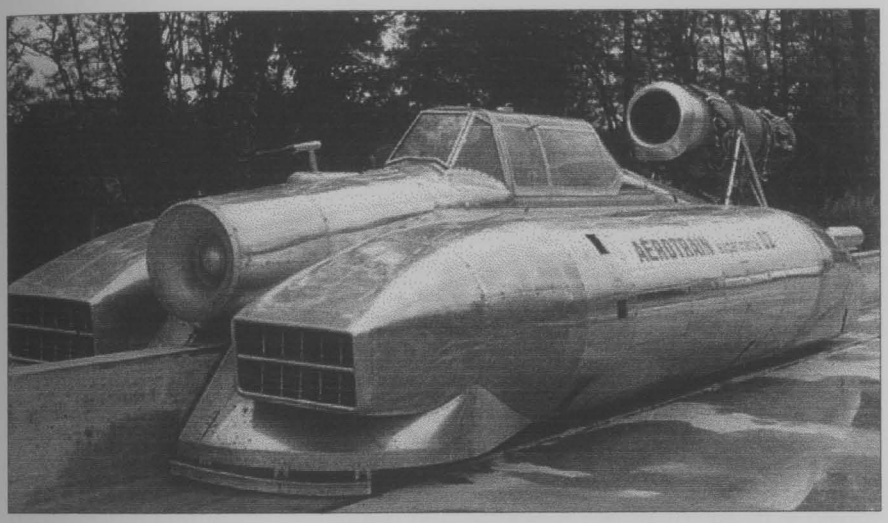


Fig. 42
Aérotrain Expérimental 02, 1969
422 km/h

http://aernav.free.fr/Index.html

revelaram tal êxito que se avançou para o primeiro protótipo preparado para o transporte de passgeiros. No intuito de definir uma aplicação comercial, foram contactadas a SNCF e a RATP[44], mas nenhuma se mostrou interessada. O «recém-criado organismo "Délégation à l'Aménagement du Territoire" (Comissão de ordenamento do Território), dirigido por Olivier Guichard, seduzido pela ideia, concedeu então fundos para implantação de uma linha de testes [...].»[45]

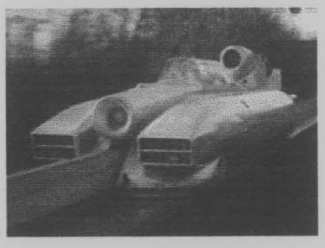


Fig. 43
Aérotrain Expérimental 02 em estudos do comportamento da almofada de ar a alta velocidade, 1969

http://aernav.free.fr/Index.html

Em 1965 foram iniciados os testes com um veículo experimental, no primeiro quilómetro de linha pronto, dos 6,7 km projectados inicialmente.[46]

Em 1 de Novembro de 1967 o *Aérotrain Expérimental 01* propulsionado por um reactor *Fouga Magister* atingiu os 345 km/h.

A "aeronave sem asas", um apelido dado por Jean Bertin, operando diariamente, foi então visitada por ministros, jornalistas e curiosos que se deslocaram a Gometz para ver o comboio do futuro.

Em Dezembro de 1967 o Ministro de Transportes francês Edgard Pisani, autoriza a ampliação da linha de testes para 18 km, no intuito da sua integração posterior na futura linha Paris-Orléans.

Em 1969 o bilugar *Aérotrain Expérimental 02* de 1250 kg, munido dum reactor Pratt & Whitney, assistido por outro auxiliar, regista o recorde de 422 km/h.

Ainda nesse ano o Aérotrain I80-250 "Orléans", projectado para transportar 80 passageiros a uma velocidade comercial de 250 km/h tem a

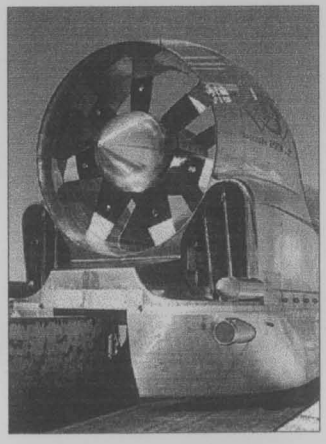


Fig. 44
Aérotrain I80-250 "Orléans"
Hélice carenada propulsionada por duas turbinas a gás de 2200 ch, 1969

http://lfey.chez.tiscali.fr/AEROTRAIN.html

[44] RATP – Régie Autonome des Transports Parisiens.
[45] *Ibidem*
[46] A via foi construída em secções pré fabricadas de betão sobre uma linha ferroviária Paris-Chartres desafectada ao serviço convencional.

sua apresentação pública em Le Bourget, no dia 7 de Julho, atingindo 200 km/h.

Em 1973, com a introdução de um motor a jacto de avião, atinge-se com facilidade a velocidade de 400 km/h, tendo estabelecido o recorde mundial de velocidade por terra para veículo de almofada de ar em Março de 1974 com uma velocidade de ponta de 430 km/h e média de 418 km/h.

Embora estes recordes demonstrassem a viabilidade "técnica" do conceito, não deve ser ignorado que estas velocidades não eram, e talvez não sejam ainda, competitivas num sentido comercial, para qualquer tipo de transporte terrestre, na medida em que «para passar de 200 a 400 km/h é necessário quadruplicar o impulso para vencer a resistência do ar e dispor de uma potência oito vezes mais elevada. Bertin logo concluiu que uma velocidade economicamente razoável para transporte terrestre não deveria exceder 350 km/h.»[47]



Fig. 45
Aérotrain 180 Haute Vitesse sobre a via d'Orléans, 1974

http://lfey.chez.tiscali.fr/AEROTRAIN.html

Devido ao sucesso experimental, foram propostas varias linhas, foram realizados estudos de viabilidade, sendo deixado em aberto o modelo de propulsão. O protocolo foi assinado em 21 de Junho de 1974, mas logo no mês seguinte o governo reverte a decisão, condenando assim o projecto. O anúncio em Setembro de 1975 da ligação *TGV* Paris - Lyon desfere o golpe fatal.

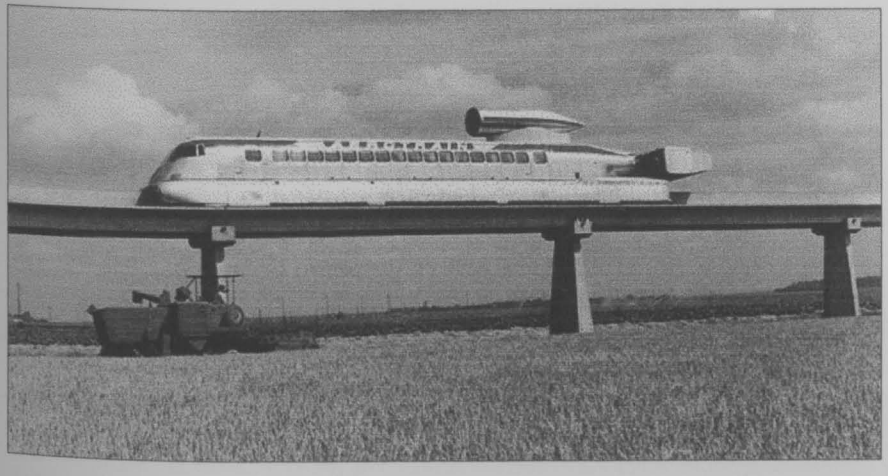


Fig. 46
Aérotrain 180 Haute Vitesse, 1974

http://aernav.free.fr/Index.html

Bertin, morre com o seu projecto em 21 de Dezembro.

[47] Stéphane Bastien, L'histoire de l'Aérotrain, L'Aérotrain et Les Naviplanes, www.aerotrain.net, s.l., 1987

Transrapid

Desde 1934, quando Hermann Kemper, recebe a confirmação da patente de comboios por levitação magnética[48] (*Maglev*) até aos primeiros estudos de desenvolvimento e aplicação passaram trinta e cinco anos. Só em 1971 é feita a apresentação do primeiro veículo construído pela Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) numa linha de ensaios com 660 m em Ottobrunn, Munique.

No ano seguinte, inicia-se o desenvolvimento do sistema de levitação electrodinâmico (EDS - princípio repulsivo) através de rolos supercondutores por um grupo de projecto constituído pela AEG-Telefunken, BBC, e Siemens. A construção de uma linha circular com 900 m permitiu ao *EET 01* uma velocidade de 401.3 km/h.

Em 1974, Thyssen Henschel e a Universidade Técnica de Braunschweig iniciam o desenvolvimento de um conceito alternativo em propulsão (longstator) para sistemas de levitação magnético. A unidade de teste não tripulada KOMET da MBB em Manching atinge velocidade operacional de 400 km/h.

O primeiro serviço aberto ao público concretiza-se em 1979, na Exibição Internacional de Transportes (*IVA' 79*) de Hamburgo e durante as três semanas de exibição, o *Transrapid 05* transporta mais de cinquenta mil passageiros.

Em 1983, o *Transrapid 06* recorrendo a uma motorização *synchronous longstator linear*, apresentam já uma configuração "operacional" composta por dois elementos com capacidade para cento e noventa e dois passageiros e atinge velocidades da ordem dos 400 km/h.

Já em pré-producão, o protótipo *Transrapid 08* configura-se por três elementos, com uma capacidade de duzentos e dezanove passageiros e apresenta uma velocidade máxima operacional de 500 km/h.[49]





Fig. 47
MBB Principle Vehicle, 1971

http://www.transrapid.de/en/index.html

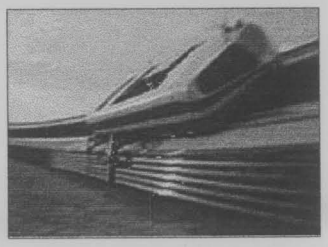


Fig. 48
EET 01, 1972

http://www.transrapid.de/en/index.html



Fig. 49
KOMET, 1974

http://www.transrapid.de/en/index.html

Fig. 50
Transrapid 05, 1979

http://www.transrapid.de/en/index.

[48] Veículos cujo funcionamento é caracterizado pela levitação sobre um perfil através de campos magnéticos, permitindo velocidades de 500 km/h. Estes são genericamente constituídos por duas partes principais: o corpo, onde viajam os passageiros e a parte inferior que envolve o perfil de deslize. Esta contém os ímanes para a levitação, os ímanes-guias e os sistemas que os controlam. O perfil de deslize gera um campo magnético que se move ao longo do mesmo. As forças de atracão magnética entre este campo e os electroímanes do veículo permitem o arrastamento pelo o campo magnético.

[49] AAVV, *Chronology of Maglev Transportation Technology in Germany*, Transrapid Internacional, http://www.transrapid.de/en/index.html, Berlin, s.d.

Estes veículos apresentam vantagens ao eliminarem a necessidade de «rodas, freios, motores e dispositivos para captar, converter e transmitir a energia eléctrica. Da mesma forma, e ao contrário dos comboios convencionais, não transportam unidades de propulsão, que aqui se situam nos perfis de deslize. Consequentemente são mais leves, silenciosos e menos sujeitos ao desgaste que os comboios tradicionais. A principal fonte de resistência é o ar, problema que pode ser minorado por ajustes aerodinâmicos, [...]mas o seu equilíbrio permite-lhe abordar curvas de 2,8 km de raio a 400 km/h.»[50]

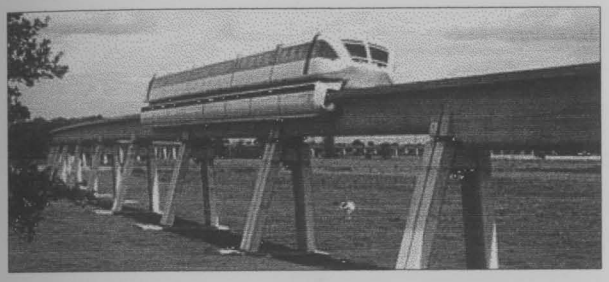


Fig. 51
Transrapid 06, 1983

http://www.transrapid.de/en/index.html

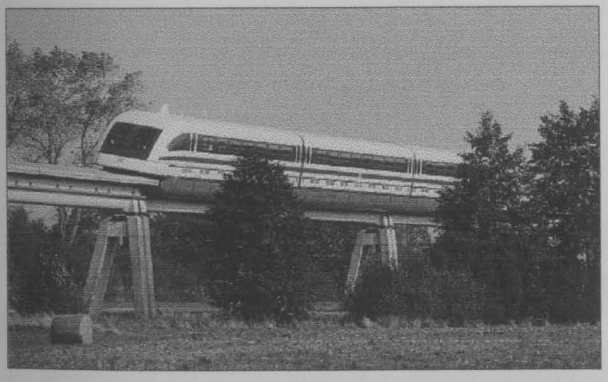


Fig. 52
Transrapid 08, 1999

http://www.transrapid.de/en/index.html

Embora estes veículos apresentem vantagens ambientais, ao nível do consumo de energia, poluição sonora, espaço ocupado no solo e baixos custos de manutenção, na medida em que o conjunto propulsor é constituído basicamente por componentes eléctricos e não mecanismos, sofrem de dois constrangimentos principais, que ainda não lhe permitiram uma significativa implantação a nível comercial.

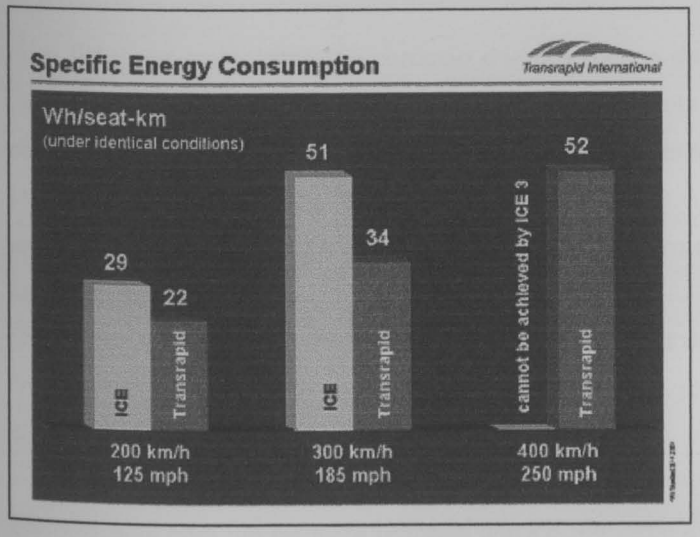


Fig. 53
Comparação do consumo de energia entre o *ICE* eo *Transrapid*

http://www.transrapid.de/en/index.html

[50] Luiz Marques Silva, *Levitação magnética*, http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica7/funciona/levitacao.htm, s.l., 2002

O primeiro constrangimento é o custo de construção, de tal forma que a Alemanha vacila há dez anos em relação à sua implantação e exploração, tendo sido sempre dada preferência aos comboios de alta velocidade em carril normal.

Em 1998 esteve "prestes" a avançar a construção da primeira linha do *Transrapid* entre Hamburgo e Berlim, mas como este não circula no caminho-de-ferro convencional, exigindo por isso a construção de uma

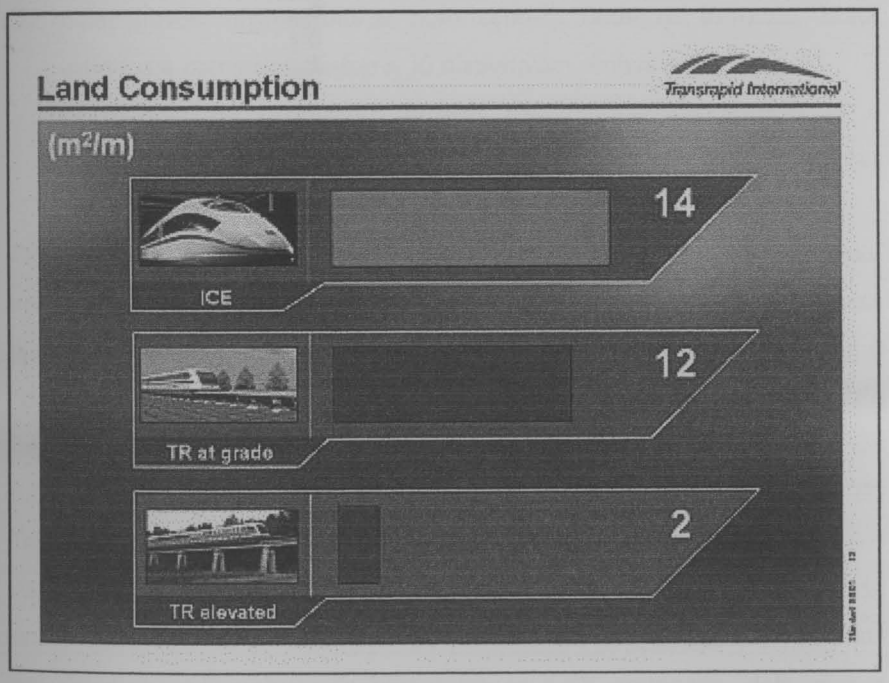


Fig. 54
Comparação de ocupação de território entre o *ICE* eo *Transrapid*

http://www.transrapid.de/en/index.html

nova linha, na maior parte do percurso a vários metros de altura do solo, os custos de cinco mil milhões de euros (aproximadamente mil milhões de contos), comprometeram a sua realização. A implementação em Xangai (Aeroporto Internacional de Pudong a Lujiazui), que deverá estar concluída em 2004, é considerada como "aposta dos alemães" para a exportação do seu produto.[51]

O segundo constrangimento é definido pelos os impactos da construção de "mais uma" rede de infra-estruturas, a "marcar" a paisagem e fragmentar a rede viária.

Estabelece-se aqui um evidente paralelo entre o *Aerotrain* e o *Transrapid* [52], na medida em que estes, para além de procurarem formas de propulsão

[51] Carlos Martins, «Alemanha relança Transrapid» in: *Expresso. Economia & Negócios*, 25 de Novembro, http://primeirasedicoes.expresso.pt/ed1465/e283.asp?ls, s.l., 2000

[52] Desenvolveu-se estes dois projectos concretos porque, embora tivesse havido outras experiências, considera-se que estas são suficientemente representativas dos princípios que se pretendem sublinhar

"particulares" assentam no princípio da necessidade de uma nova infra-estrutura.

Embora o conceito *Aerotrain* acreditasse nas qualidades de vanguarda: (economia, velocidade, frequência, respeito ambiental e conforto), comprovadas pelos seus testes, questionam-se claramente algumas delas.

Crê-se que as causas da falência de todo o projecto devem-se maioritariamente a duas questões:

- Criar novas infra-estruturas num cenário onde as estradas, auto-estradas e caminhos-de-ferro, já disputavam dinheiro e espaço.
- O modelo de propulsão, através de motores de combustão e reactores, não seria sustentável com a evolução dos padrões ecológicos.

O *Transrapid*, embora já tenha "ultrapassado" uma parte do problema, nomeadamente a questão ambiental (através das vantajosas *performances* energéticas da exploração), não consegue, tal como o anterior, evitar a "despesa" financeira, paisagística[53] e social da fragmentação da rede de infra-estruturas viárias. Este *handicap* talvez tenha sido o factor decisivo da falência do *Aerotrain*, e é sem dúvida o principal entrave à expansão do *Transrapid*.

As vantagens que se acredita ter a compatibilização e a harmonização de uma rede viária integrada e flexível, colidem inevitavelmente com apostas em sistemas, que embora se reconheça as suas vantagens, determinam através de soluções "estanques" e rígidas em termos físicos, a multiplicação com todos os prejuízos que isso acarreta, de infra-estruturas pelo território.

[53] Mesmo que a implantação ocupe menos terreno que uma linha de alta velocidade, a questão de estar elevada do solo (até um máximo de 12 metros), "marca" dramaticamente a paisagem.

3 Construção de uma reflexão sobre novas soluções de mobilidade

3 Construção de uma reflexão sobre novas soluções de mobilidade

A contemporaneidade revela uma nova condição social, onde a mobilidade define tendências e estilos de vida permitidos por fenómenos de novas relações espacio-temporais. O conceito de ubiquidade é familiar à circulação de informação, e a relação entre espaço real e espaço-tempo no transporte de pessoas e bens dilata-se, tornando-se este último, um factor de desequilibro se não forem consideradas as premissas necessárias, podendo, no entanto, agir como motor de desenvolvimento quando, através de uma política consciente, se tomam as opções mais indicadas.

3.1 Enquadramento do projecto

O projecto é condicionado quer pelo específico contexto geográfico no qual se enquadra quer, sobretudo, pelos conceitos de natureza cultural que o orientam.

Neste capítulo, pretende-se em particular, estudar a interacção entre as premissas propostas e as opções possíveis, até tornar explícitos os objectivos a alcançar.

Considerando a ambição do projecto e analisando as suas características, não se perspectiva a sua viabilização a nível regional, embora é possível que possa desempenhar um papel importante num contexto nacional de um pais industrializado. Assim entende-se que vale a pena apostar num âmbito mais abrangente, o espaço comunitário europeu. O presente projecto poderá então garantir um papel importante, na mobilidade de médio e longo curso, numa atitude sustentada de construção "cultural".

Acredita-se que com este estudo seja possível contribuir para a construção da reflexão da mobilidade do espaço comum europeu, espaço do qual fazemos parte e em relação ao qual devemos assumir a responsabilidade da participação na sua edificação.

3.1.1 O tempo e o espaço "europeu"

A conciliação da «mobilidade e dos constrangimentos ambientais constituem um dos grandes desafios do século XXI, não só para os responsáveis políticos mas sobretudo para toda a sociedade. E é tão verdade para os países desenvolvidos, como para os países em vias de desenvolvimento.»[1]

No espaço europeu, a validade do serviço ferroviário de alta velocidade



Fig. 55
Possível cenário de implantação do objecto do estudo proposto

http://europa.eu.int

como alternativa ao avião, é já uma realidade[2], pois as prestações conseguidas: mais de 500km/h de velocidade de ponta, com perspectivas

[1] AAVV, *La Voie de la Mobilité Durable. Réduire les coûts externes des transportes*, UIC – União Internaciona dos Caminhos-de-Ferro / CCFE-CER-GEB – Comunidade os Caminhos-de-Ferro Europeus, 2000, pág. 1

[2] As linhas de alta velocidade existentes têm tido todas resultados de exploração positivos e superiores aos esperados.

a muito curto prazo de velocidades comerciais de 350 km/h, tornam-nos mais práticos nas deslocações de curto e médio curso. Sem esperas nos aeroportos, para *check-in* ou recolha de bagagens, com a vantagem adicional das estações serem mais centrais, estes argumentos complementam-se com factores como o conforto, segurança, acessibilidade e respeito pelo meio ambiente, garantindo uma eficácia invejável no contexto da mobilidade.

Embora a alta velocidade não se restrinja à Europa, uma vez que outros países, como o Japão (pioneiro na sua exploração comercial, já possuidor de uma rede bastante importante), os Estados Unidos, Coreia do Sul, Tawian, China e Índia estudam seriamente, ou até já iniciaram a construção de linhas de alta velocidade, concentraremos a atenção sobre o "projecto" europeu.

Desta forma, e com base no estudo apresentado pela *High-Speed Division* da UIC[3] no *"IV Congresso Mundial da Alta Velocidade Ferroviária Eurailspeed'2002"*, subordinado ao tema "A *Grande Velocidade - sucessos e desafios*", que decorreu em Madrid, de 23 a 27 de Outubro de 2002, apresenta-se uma breve panorâmica do que é, e do que se prevê vir a ser, a alta velocidade na Europa.

Em Outubro de 2002, a rede europeia de alta velocidade nascida em 1981/83 com a ligação Paris - Lyon (410 km) assume já uma extensão de 3 260 km, prevendo-se atingir os 10 000 km em 2020.

Com a entrada ao serviço do *TGV Méditerranée* em Junho de 2001, a relação Paris - Marselha (750 km) passou a ser de somente três horas.

Em Janeiro de 2002 foram começados os trabalhos de construção da ligação *TGV Est Européen*, que em 2007 reduzirá o tempo Paris - Estrasburgo de quatro horas para duas horas e vinte minutos.

Na Alemanha, a alta velocidade surge em 1991 com a colocação em serviço do *ICE "InterCityExpress"* nas novas linhas Hanover - Würzburg (327 km) e Mannheim - Stuttgart (100 km). Desde Agosto de 2002, a linha Colónia – Rhin - Main reduziu o tempo de percurso Frankfurt - Colónia, de duas horas e quinze minutos para uma hora e quinze minutos.

Em Espanha, o sucesso da ligação de alta velocidade Madrid - Sevilha (471 km), impulsionou o avanço da ligação a Barcelona. O primeiro troço Madrid - Lérida, entrará ao serviço no fim de 2002 ficando o percurso

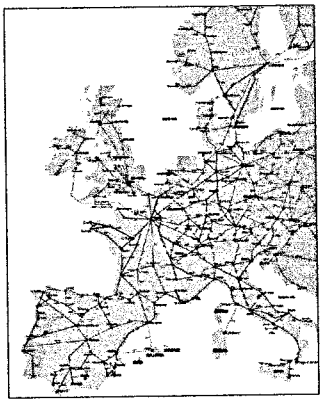


Fig. 56
Principais vias da rede ferroviária europeia

http://europa.eu.int

[3] União Internacional dos Caminhos-de-Ferro

concluído em 2004. Com uma velocidade de ponta de 350 km/h, Madrid - Barcelona (620 km), ficarão a duas hora e meia de distância.

De forma a expandir a *Direttissima* Roma - Florença, o governo italiano decidiu a criação de dois grandes eixos em forma de "T".Esta ampliação, começou em 1994 na secção Roma - Nápoles (210km), seguiu-se em 1996 a secção de Bolonha - Florença que cruza os Apeninos através de numerosos túneis (73,3 km dos 78,5km). Uma vez estas duas linhas terminadas, Milão e Roma ficarão respectivamente, a duas horas e cinquenta minutos e a uma hora e cinco minutos, de Nápoles.

A extensão da rede de *TGV Thalys PBKA* (Paris - Bruxelas - Colónia - Amesterdão) continua através da construção das linhas Leeuwen - Liege (62 km), Antuérpia - fronteira holandesa (38 km) e Liege - Aix-la-Chapelle, e pela planeada Colónia – Düren - Aix-la-Chapelle. Em 2005/2006, os tempos de percurso entre Colónia - Paris e Frankfurt - Bruxelas serão reduzidos a, respectivamente, três horas e seis minutos e duas horas e cinquenta minutos.

Nos Países Baixos, em 2005, a nova linha para Bruxelas (96 km), unirá a fronteira belga - Roterdão - Amesterdão Schipol (aeroporto) - Amesterdão (cidade). Os tempos de percurso passarão de três horas, para uma hora e quarenta minutos, na ligação Amesterdão - Bruxelas e de três horas, em vez de quatro horas e vinte e cinco minutos, para o percurso Amesterdão - Paris.

Em 2007, quando estiver terminada a ligação Túnel da Mancha – Londres, a capital inglesa estará a duas horas e quinze minutos de Paris e a duas horas de Bruxelas.

Em 2010, na Europa Ocidental, deverão estar concluídos 7 550 km de linhas de alta velocidade, aproximadamente o dobro da rede actual. O tráfego de passageiros diurno, tipo "*InterCityExpress*" dominará a exploração, mas tudo indica também a inclusão de outras tipologias de serviço para alta velocidade – comboios nocturnos com carruagens cama e comboios "bloco"de mercadorias, para distâncias entre 1500 e 2000 km.

Cada vez mais o factor "tempo" é primordial, quer quando existe a necessidade de serem tomadas decisões rápidas, ou quando de colocar informação no outro lado do mundo instantaneamente, quer quando urge estar num determinado local num determinado momento.

Total	**3760**
França	1520
Alemanha	796
Espanha	471
Itália	246
Bélgica	142
França / Inglaterra	52
Dinamarca / Suécia	18
Dinamarca	15

Fig. 57
Extensão da alta velocidade europeia em Outubro de 2002
Valores em Km

Ano	Secções em construção	Km	Países
2002	Madrid - Lérida	481	Espanha
2003	Canal da Mancha - Ebbsfleet	72	Inglaterra
2004	Roma - Napoles	220	Itália
	Lérida - Barcelona	170	Espanha
2005	Antuérpia - Amsterdão	158	Holanda
	Torino - Novara	92	Itália
2006	Liège - Welkenraedt	33	Bélgica
	Milão - Bolonha	196	Itália
	Bolonha - Florença	77	Itália
	Cordoba - Málaga	-	Espanha
2007	TGV Est - Européen	302	França
	Túnel Lötschberg	37	Suiça
	Ebbsfleet-Londres	40	Inglaterra
	Madrid - Valencia	-	Espanha
	Secções em projecto		
2007	Barcelona - Perpignan	170	Espanha - França
	Cordoba - Malaga	155	Espanha
	Novara - Milão	51	Itália
2008	Madrid - Valladolid	175	Espanha
	Angoulème - Bordeus	120	França
	Nîmes - Montpellier	60	França
	Verona - Padova	77	Itália
	Secções previstas		
2010	Colónia - Düren	-	Alemanha
	Leipzig - Erfurt	-	Alemanha
	Nurenberga - Ingolstadt	-	Alemanha
	Karlsruhe - Basel	-	Alemanha
	Rhin - Rhône (TGV Est)	-	França
	Le Mans - Laval (TGV Bretagne)	-	França
	Milão - Verona	-	Itália
	Milão - Genova	-	Itália
	Madrid - Valença	-	Espanha
	Valença - Alicante	-	Espanha
	Viena - Salzburg	-	Áustria
	Kerava - Lahti	-	Finlândia
	Berna - Milão (via Lötschberg)	-	Suiça - Itália
2012	Zurique - Milão	-	Suiça - Itália
2015	Lyon - Torino (via São-Gothard)	-	França - Suiça - Itália
	Munique - Innsbruck	-	Alemanha - Áustria
	Innsbruck - Verona (via Brenner)	-	Áustria - Itália
	Viena - Veneza (via Travis)	-	Áustria - Itália
	Graz - Villach	-	Áustria
2020	Estocolmo - Göteborg	-	Suécia
	Göteborg - Malmö	-	Suécia
	Lisboa - Madrid	-	Portugal - Espanha
	Lisboa - Porto	-	Portugal
	Cinto de Fehmarn	-	Dinamarca - Alemanha

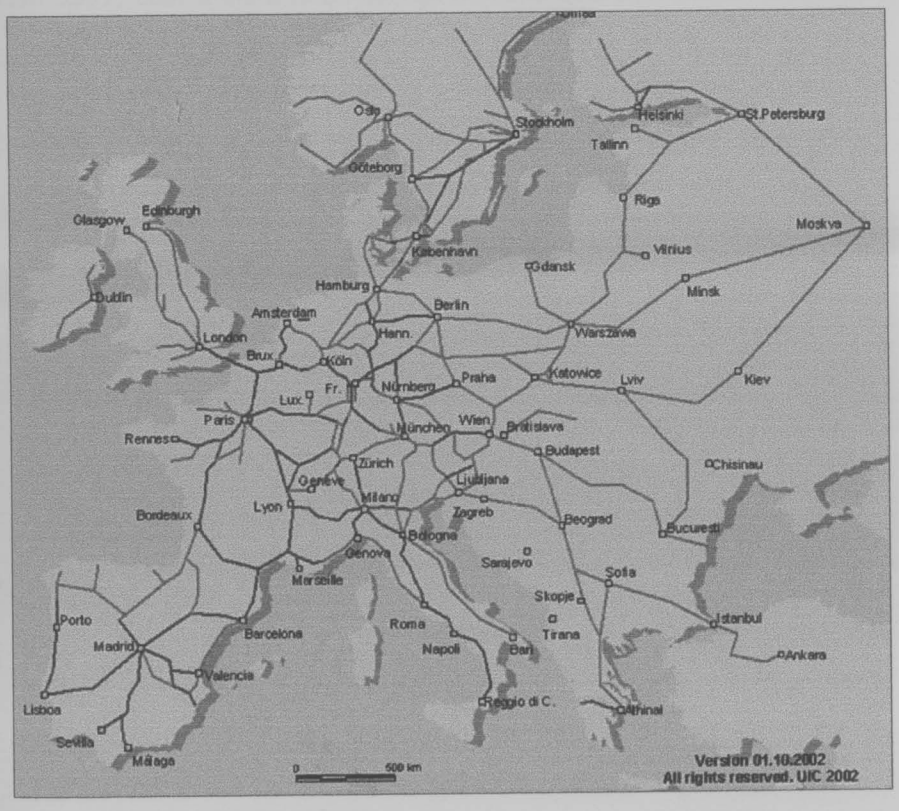
Fig. 58
Rede de alta velocidade europeia prevista para 2020

http://www.uic.asso.fr/home/home_en.html

Tomando em consideração este factor, e considerando deslocações de médio e longo curso, devemos colocar de parte a utilização das estradas e auto-estradas, que se apresentam cada vez mais congestionadas, e que, a longo prazo, dificilmente vão de ter espaço para se expandirem, pelo

menos nos moldes actuais. São também incómodas, no aspecto do conforto e muito pouco seguras para a realização de grandes viagens.

O avião, o meio de transporte por excelência, de médio e longo curso do século passado, rápido e cómodo, tem-se até agora apresentado viável nas relações inter e intra-continentais. Nas primeiras, não se prevê que, a prazo a sua hegemonia possa ser posta em causa, mas nas relações intra-continentais, este está claramente a perder argumentos, na medida em que a sua "rapidez" só se aplica, desde que o aparelho deixa o solo até quando volta a aterrar. Então, uma avaliação honesta deve considerar os tempos adjacentes como: *transfers* até aos aeroportos, demoras dos *check-in's*, despacho e recuperação de bagagens, procedimentos de segurança, entre outros. Devem ser consideradas também as imprevisibilidades meteorológicas, que muitas vezes levam ao atraso ou mesmo cancelamento dos voos.



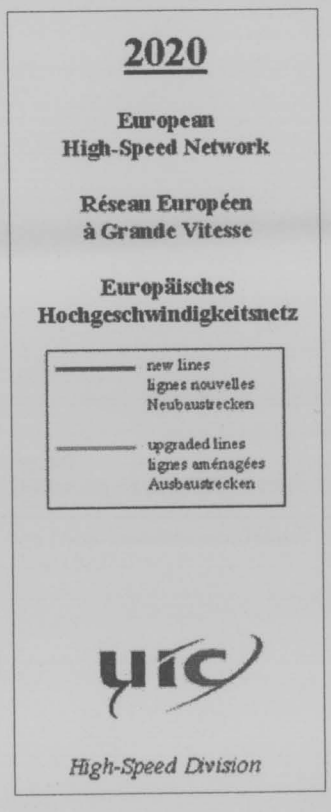


Fig. 59
Evolução da alta velocidade na Europa

Em Janeiro de 2002 foram começados os trabalhos de construção da ligação *TGV Est Européen*, que em 2007 reduzirá o tempo Paris - Estrasburgo de quatro horas para duas horas e vinte minutos. É primeira linha europeia de alta velocidade completamente equipada com o novo

sistema de interoperável de sinalização ERTMS/ETCS[4]. A alta velocidade representou o renascer das cinzas para o caminho-de-ferro, prospectivando-se que, neste cenário, o modo de transporte ferroviário, deixe de ser a alternativa ao rodoviário e aéreo, para passarem estes a ser a "alternativa"[5]. Com as novas gares intermodais ou com a herança das infra-estruturas das redes clássicas, (ligações até ao centro das cidades, estações em locais estratégicos), garante-se eficientes relações do centro de uma cidade ao centro da outra, o que é uma vantagem incontornável, pois muitas vezes pode levar quase tanto tempo o percurso desde os limites da cidade ao centro como de uma cidade à outra.

Em 1997, com a entrada ao serviço da série 500 *Shinkansen Nozomi*, os caminhos-de-ferro japoneses garantem o primeiro e segundo lugar na velocidade média comercial mais elevada do mundo, 261,8 km/h na relação Hiroshima - Kotura e 255,7 km/h na ligação Hiroshima - Okayama. Desta forma o anterior recordista absoluto de velocidade, o *TGV*

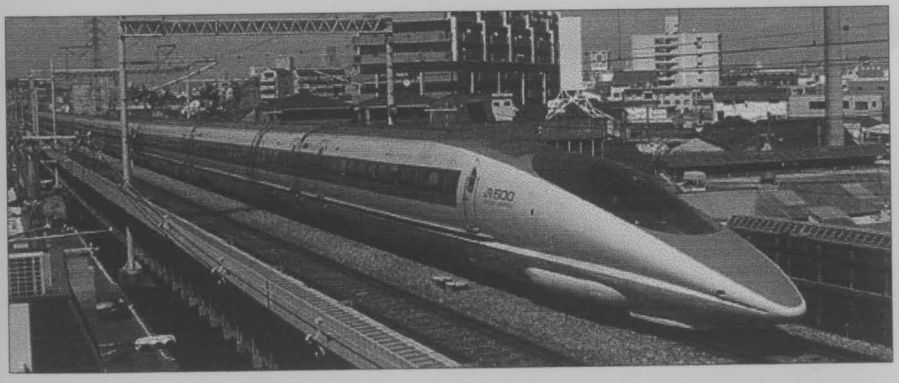


Fig. 60
Shinkansen da série *500 Nozomi*

http://www.geocities.com/Tokyo/Flats/1037/

francês vê-se arredado para o terceiro lugar com a sua ligação *538/9* que percorre os duzentos e três quilómetros entre Lille-Europe e Roissy-Charles de Gaulle em quarenta e oito minutos, que lhe proporciona um velocidade comercial de 254,3 km/h[6].

Considerando estes valores, já com cinco anos, e o início a curto prazo de serviços com velocidade de cruzeiro na ordem dos 350km/h[7], que poderá elevar as velocidades médias a valores de 300 km/h, torna-se claro que, num raio de acção de aproximadamente até mil quilómetros o caminho-de-ferro apresenta-se super competitivo, podendo discutir tempos reais de

[4] European Train Control System

[5] Como exemplo, é assinalável que nas relações ferroviárias entre Paris e Lyon, o tempo de percurso passou de quatro horas para duas horas e entre Paris e Bruxelas, de duas horas e trinta e cinco minutos, para uma hora e vinte e cinco minutos. Dificilmente estes tempos de percurso podem ser ultrapassados comercialmente por outros meios de transporte.

[6] Maurício Levy, «Os países "recordistas de velocidade ferroviária», in: *Bastão Piloto*, nº 191 Setembro/Outubro, 1997, pp. 14-16

[7] O primeiro serviço a esta velocidade será lançado em 2004 pela *RENFE - Red nacional de Ferrocarriles Españoles*, na nova linha com 651km, de ligação entre Madrid e Barcelona.

viagem com o transporte aéreo, no limiar da barreira psicológica das três horas[8].

Por outro lado o congestionamento que se torna preocupante, quer dos

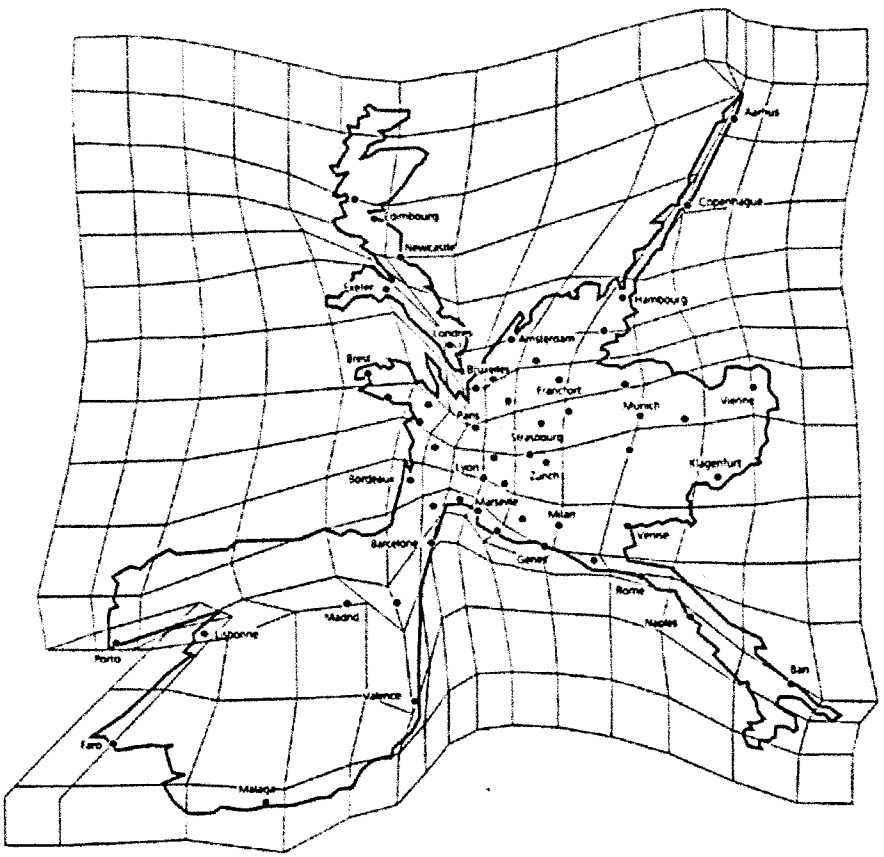


Fig. 61
Contracção espacio-temporal, causada pela diminuição das distâncias físicas mentais

VIRILIO, 1996

aeroportos quer do espaço aéreo, particularmente do europeu, condicionará definitivamente a capacidade de escoamento de volumes muito superiores de tráfego com níveis de segurança aceitável, (recorde-se a recente polémica em torno da alteração da dimensão dos níveis aéreos de navegação).

A interoperabilidade, embora ainda em estado embrionário, da rede europeia de alta velocidade ferroviária, assume-se como um «bom exemplo da "integração" [...]. Exemplo da nova politica dos transportes da EU são as *LGV*[9] que ligam a França, Inglaterra e Bélgica, através do Túnel da Mancha, percorridos pelos comboios *TGV Eurostar*, assim como as *LGV* que ligam entre si a França, Bélgica, Holanda e Alemanha e Suiça onde circulam os ramos *TGV Thalys*.

[8] «Se traçarmos um círculo de seiscentos quilómetros de raio em volta de um ponto central situado na densamente povoada e industrializada bacia do rio Rhur (Mülheim an der Ruhr, zona alemã de Essen, Dusseldorf e Colónia), iremos encontrar no seu interior todas as capitais da Europa e as suas cidades mais importantes, com apenas duas ou três excepções, entre as quais Madrid e Lisboa. «O caminho-de-ferro e a velocidade», in: *Bastão Piloto*, nº 117/118 Setembro/Outubro, pág. 04

[9] Linha de alta velocidade. A *UIC* – União Internacional do caminho-de-ferro, considera *LGV*, todas as linhas que permitam a circulação de veículos ferroviários a velocidades iguais ou superiores a 250km/h.

No entanto, estas ligações rápidas não se compadecem com a tradicional diversidade de normas técnicas dos caminhos-de-ferro europeus. Assim a Comissão Europeia foi obrigada a intervir, de modo a garantir a interoperabilidade da rede transeuropeia da alta velocidade. Foi publicada a Directiva 96/48/CE de Julho de 1996, transcrita para a legislação portuguesa através do Decreto-lei 93/2000. Este documento define, entre outros, os requisitos essenciais de todo o sistema: segurança, fiabilidade e disponibilidade, protecção do ambiente e disponibilidade técnica.»[10]



Fig. 62
TGV Yhalys

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

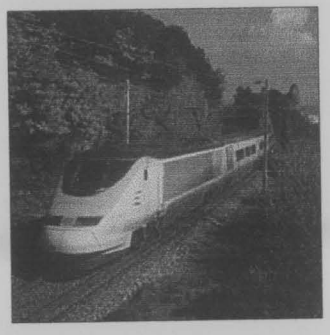


Fig. 63
TGV Eurostar

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

[10] António Vasconcelos, «A tecnologia da alta velocidade ferroviária», in: *Bastão Piloto*, nº 213 Janeiro/Fevereiro, 2002, pág. 8

3.1.2 O holocausto da estrada

«Entre o dia 1de Julho e o passado 25 de Agosto[11], [...] o Observatório de Segurança Rodoviária da Direcção-geral de Viação registou duzentos e sessenta e três mortos nas estradas portugueses e oitocentos e sessenta e sete feridos graves, valores que comprometem uma evolução que se vinha afigurando positiva, desde o início do ano. Se a este valor associarmos nove mil e setenta e seis feridos ligeiros, vemos na crueza dos números, os reflexos de uma situação que urge inverter. [...] Na verdade este agravamento da sinistralidade fez subir a novecentos e setenta, o número de mortos e a três mil cento e trinta e três, o de feridos graves, sendo os feridos ligeiros agora, trinta e oito mil e seis.

Em duzentos e trinta e sete dias deste ano (de 1 de Janeiro a 25 de Agosto) morreram nas estradas portuguesas, em média, por dia quatro pessoas, treze ficaram feridas gravemente e cento e sessenta tiveram de receber cuidados hospitalares por ferimentos de menor gravidade»[12]



Estes números são elucidativos da catástrofe rodoviária nacional, o que legitimaria só por si, todos e qualquer esforço, no âmbito procurar soluções que mesmo que não consigam uma erradicação absoluta e completa, tal pretensão considera-se completamente utópica, mas que contribuam para



Figs.. 64, 65
Consequências de acidente rodoviário a alta-velocidade (exemplo).
Auto-estrada Presidente Dutra, Rio de Janeiro -São Paulo

http://www.amplus.com.br/crashed/

[11] De 2002
[12] AAVV, *Verão agrava números da sinistralidade*, in: ACP. Revista, 621, Setembro 2002, pág. 27

a sua atenuação, no intuito de se conseguir padrões de mobilidade, que permitam uma esperança efectiva de sobrevivência.

De qualquer forma o flagelo não se circunscreve unicamente a Portugal, embora o nosso país, tradicionalmente, esteja sempre nas primeiras posições dos *rankings* internacionais da desgraça. Podemos confrontar com dados recolhidos ao nível da Europa, de forma a tomar consciência da dimensão dos valores. «Os acidentes nas estradas dos quinze provocam todos os anos quarenta e cinco mil vítimas e um milhão e meio de feridos graves. As crianças e os idosos são os mais atingidos por esta tragédia silenciosa, cujos custos representam zero virgula setenta e cinco por cento a um por cento do PIB da União Europeia.»[13]





Figs. 66, 67
Rail de protecção?
Wellington Motorway, Nova Zelandia

http://www.amplus.com.br/crashed/

Acredita-se então que a forma mais eficaz de inverter esta dramática tendência deverá ser o incremento do tráfego ferroviário em detrimento do rodoviário. A CCFE (Comunidade os Caminhos-de-Ferro Europeus), apresenta-se como uma forte defensora desta estratégia, desenvolvendo estudos que provam incontestavelmente que os caminhos-de-ferro assumem-se como o meio de transporte terrestre mais seguro: «em 1993 (últimos dados conhecidos) era de treze o número de mortos nas estradas europeias por cada mil milhões de quilómetros percorridos, enquanto as vítimas mortais em acidentes ferroviários, pela mesma distância percorrida, era apenas de zero virgula cinco. Uma relação de vinte e seis para um, leva a concluir que o comboio, não sendo a chave do problema, é um potencial importante para melhorar a segurança dos transportes.»[14]



Fig. 68
A escala dos veículos ligeiros é "esmagada" pela dos veículos pesados.

http://www.amplus.com.br/crashed/

[13] Carlos Cipriano, "Mais comboios para diminuir acidentes nas estradas. Comunidade dos Caminhos-de-Ferro Europeus", in: *Público*, 13 de Abril, 1998, pág. 13

[14] *ibidem*

Torna-se incontornável a referência a um serviço ferroviário, exemplo de sucesso incontestável nos mais variados níveis, mas sobretudo no da segurança, onde em trinta e oito anos de funcionamento regular o *Shinkansen*, não provocou um único acidente fatal. Este facto ganha ainda mais destaque quando consideramos que em 1999 foram transportados mais de oitocentos mil passageiros por dia, a velocidades da ordem dos 270 km/h a 300 km/h.

«O *Tokaido*[15] e o *Sanyo*[16] transportam actualmente mais de quinhentos mil passageiros/dia. Cada composição com um total de quatrocentos metros, pode transportar mil e trezentos passageiros distribuídos por dezasseis carruagens. Os intervalos de partida são de cinco minutos o que permite um fluxo de doze comboios/hora em cada sentido, embora se garanta a viabilidade da redução do mesmo intervalo.»[17]



Com uma frequência de mais de quatrocentas ligações (duzentas por sentido) nas dezoito horas úteis diárias, não se regista praticamente necessidade de esperas, mas mesmo assim a pontualidade é desconcertante, «sendo a relação de atraso de menos de 0,1min/comboio (no caso do *Tokaido*) com a maioria dos atraso devido a desastres climáticos como tufões ou a nevões anormalmente pesados.»[18]



Fig. 69
Centro CTC (Controlo de Trafico Centralizado) do *Shinkansen* que controla actualmente uma rede de 1953 km.

AAVV, *Shinkansen*, 2002

Fig. 70
Os principais méritos do *Shinkansen* são:
1 Segurança
2 Alta velocidade
3 Transporte de massa
4 Pontualidade
5 Alta frequência

http://www.geocities.com/Tokyo/Flats/1037/

[15] O *Tokaido Shinkansen*, primeiro serviço de comboio "bala" da (JNR) Japan National Railways, foi inaugurado em Outubro de 1964 entre as estações de Tóquio e Shin-Osaka numa extensão de 515 km.
[16] O *Sanyo Shinkansen* encontra-se ao serviço desde 1972 numa extensão de 161 km.
[17] AAVV, *Shinkansen. Japanese Railway Technology: Matching challenges with achievements*, JARTS – Japan Railway Technical Service, http://www.jarts.or.jp/en/tech/sec01.html, 2002
[18] *ibidem*

No caso europeu, TGV francês honra-se da excepcional segurança que o caracteriza, desde a inauguração da sua primeira linha, que liga Paris a Lyon em 1981, realçando que são actualmente transportados dez milhões de passageiro/km/ano, só nas linhas de alta velocidade "puras" [19], tendo sido transportados nos primeiros dezanove anos de serviço quinhentos milhões de passageiros, sem uma vítima mortal devida ao serviço, o que é notável para um veículo de quatrocentas toneladas que se desloca à velocidade de um veículo de *Formula 1*.

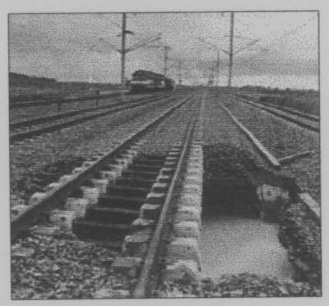


Fig. 71
Cratera que provocou o descarrilamento do *TGV*

http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/wrecks.html

«A maioria dos incidentes sérios aconteceu em linhas convencionais onde os TGV são expostos aos mesmos riscos externos como qualquer outro comboio. Por outras palavras, a operação em alta velocidade nunca foi um factor, em qualquer incidente fatal na história do *TGV*.»[20]

De qualquer forma, os acidentes significativos ocorridos com estes comboios, reduzem-se aproximadamente a uma dúzia, tendo provocado menos de uma dezena de mortos, dos quais a maioria foi em tentativas de entrar no comboio com este em andamento, e devido ao atentado bombista ao *TGV* em 31 Dezembro 1983.

São notáveis as condições de segurança quer ao nível da gestão do sistema, quer ao nível das características das composições e infra-estruturas, destacando-se as excelentes características de estabilidade a alta velocidade, que permitiu ao ramo *TGV 511*, após um descarrilamento a 294 km/h dos últimos quatro veículos da composição, uma travagem de emergência de 2,3km até à sua imobilização, apenas como consequências humanas, um ferido ligeiro. [21]



Fig. 72
Atentado bombista ao *TGV* em 31 Dezembro 1983, pelo terrorista "Carlos, o Chacal"

http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/wrecks.html

Porque é que são incomparáveis os índices de eficiência no campo da segurança entre a alta velocidade ferroviária e a estrada? A resposta é simples e resume-se a duas questões principais:

[19] As circunstancias de operação do *TGV* entram em duas categorias: operações em linhas de alta velocidade dedicadas (unicamente para *TGV*), e operação em tráfico misturado em linhas convencionais.

[20] Clem Tillier, Yann Nottara, *TGV Accidents*, http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/wrecks.html, 2001

[21] Este acidente foi provocado por uma cratera de sete por quatro metros de largura e um metro e meio de fundo que surgiu debaixo da via num período de chuvas intensas, possivelmente causada por galerias e trincheiras de I Guerra mundial.

1- Os veículos na estrada regem-se pelo motorista que constantemente dá a orientação ao veículo baseada na sua própria interpretação sensorial das circunstâncias enquanto que os veículos ferroviários são verdadeiramente guiados pelos carris.

2- Os automóveis sofrem influência de uma sinalização simplesmente informativa, isto é, o desrespeito por um sinal, quer seja um STOP ou um semáforo vermelho não provoca directamente nenhuma consequência na marcha do veículo. Este não se imobiliza automaticamente como consequência da transgressão, continuando tão alienado das circunstâncias de perigo como o seu condutor. No caminho-de-ferro de alta velocidade os veículos são "obrigados" a

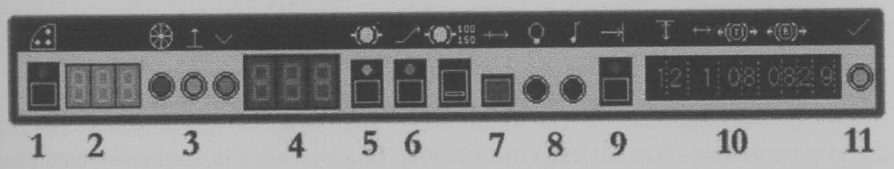


Fig. 73
CONVEL - painel de interface

http://www.zonaweb.pt/hjcl/files/convel.htm

cumprir a sinalização, sendo os sistemas de segurança eficientes de forma minimizar qualquer "incompetência" do maquinista.

Esta preocupação já vem bem de trás, sendo exemplo disso, o "Homem-morto"[22], sistema que existe na grande maioria dos comboios desde meados do século passado, ou o mais recente, mas já banalizado "*CONVEL*"[23].

Este sistema é composto por vários itens que vão desde a antena à unidade de registo (caixa negra do comboio) passando pelo transdutor de pressão. No posto de condução, está colocado um painel que serve de interface entre o maquinista e o "*CONVEL*".[24]

---

[22] "*Homem-morto*" é um sistema de segurança, apresentando geralmente como interface um pedal, que caso, durante a marcha deixe de ser accionado, ou a pressão for aliviada, o sistema de controlo automático emite sinais de alerta. Após uma fracção tempo caso nada aconteça, assume a condução, entrando em frenagem de emergência. Permite, caso algo de anormal suceda ao maquinista imobilizar a composição.

[23] "*CONVEL*" é um sistema de segurança e controlo de velocidade. Este sistema, através de balizas instaladas na via, comuniça ao computador de uma unidade motora que tenha o sistema instalado, o aspecto de todos os sinais e limites de velocidade por onde o comboio passa. O computador, após receber os dados, assegura-se que o maquinista cumpre as indicações, caso isso não aconteça a composição será imobilizada.

[24] «1 - *Tecla de Manobras* - Deve ser pressionada quando se vai efectuar manobras. Após uma paragem ou dada distância é necessário voltar a pressiona-la.

2 - *Display Auxiliar* - Usado para avisar o maquinista da próxima restrição de velocidade ou sinal fechado mas para qual ainda não é necessário começar frenar.

3 - *Led vermelho* - Erro de sistema - Quando ocorre um erro interno do sistema CONVEL o sistema provoca uma frenagem de emergência e acende este led conjuntamente com um alarme sonoro. / *Led Amarelo* - Erro de Baliza - Quando o sistema não consegue ler correctamente a informação dada por uma baliza, o sistema provoca uma frenagem máxima de serviço e este led fica aceso intermitentemente. / *Led Verde* - Velocidade excessiva - quando a velocidade excede em mais de 5 km/h a velocidade permitida este led acende acompanhado de um aviso sonoro. Se a velocidade for excedida em 10 ou mais km/h o sistema aplicara uma frenagem de serviço até que o comboio volte a circular á velocidade permitida.

4 - *Display Principal* - Indica ao maquinista a velocidade permitida no momento, ou para a qual o maquinista tem de começar a frenar por se estar a aproximar demasiado depressa.

Como regra, dois veículos na mesma linha (direcção e sentido), deveriam garantir sempre a distância suficiente entre eles para se imobilizarem completamente independentemente da velocidade a que seguem. Os motoristas confiam unicamente na sua percepção e bom senso para tal, os maquinistas simplesmente seguem regras já devidamente certificadas e controladas assistidas por uma vasta panóplia de sistemas de segurança.[25]
A distância de travagem aumenta com o quadrado da velocidade, ou seja quando se duplica a velocidade é necessário quadruplicar a distância de segurança, e raramente na estrada esta regra é cumprida. Mas este factor de perigo é um entre muitos outros no ambiente rodoviário, pois as aqui as variáveis são exponenciais à quantidade de veículos que circulam num determinado instante. Cada condutor representa uma potencial falha no sistema, logo que, cada um rege-se arbitrariamente dentro das normas de segurança, estando sujeito aos mais variados agentes (má visibilidade, falta de experiência, falta de vocação, pânico em caso de qualquer alteração da normalidade, alteração súbita de condições de piso, "lençóis de água") ou estados de espírito (pressa, cansaço, embriaguez, excitação, efeito de drogas), que ao imporem-se, podem ser fatais a si, a outros passageiros do seu veículo ou a passageiros de outros veículos. Tornam-se então infinitas e incontroláveis as possibilidades de acidente, porque resultam da multiplicação das possíveis falências dos veículos, pelas limitações dos condutores, multiplicadas ainda pelas deficiências das vias rodoviárias. Isto sem considerar que o tráfego rodoviário é extremamente sensível às más condições climatéricas, ao contrário do ferroviário, que só em condições extremas se vê prejudicado pelo mesmo.

5 - *Tecla de libertação de Freio* - Se o CONVEL aplicar uma frenagem (acendendo o led), será o maquinista, quando o CONVEL o autorizar, a libertar o freio (o led fica intermitente).
6 - *Tecla de Anulação de restrição de velocidade* - Em certos afrouxamentos ou no inicio de marcha em linhas não equipadas com CONVEL (mas onde o comboio leva o CONVEL ao serviço) esta tecla acende, sendo então permitido ao maquinista anular a restrição de velocidade imposta pelo CONVEL
7 - Tecla de ultrapassagem de sinal fechado - O CONVEL não permite ultrapassar sinais fechados sem ser informado do facto. Então, quando é necessário ultrapassar um sinal fechado pressiona-se esta tecla
8 - Reóstatos para regular o volume dos avisos sonoros e da intensidade da luz.
9 - Tecla de introdução de dados - Serve para confirmar os dados introduzidos nos comutadores rotativos, e como tecla de teste dos leds e dos avisos sonoros.
10 - Sector de introdução de dados - Os vários dados referentes ao comboio (velocidade máxima, comprimento, tempo de reacção de freio, aceleração de frenagem e tipo de comboio)
11 - Led de erro menor - Acende quando o diâmetro das rodas não corresponde ao que o CONVEL tem em memória»
Hugo Leandro, *CONVEL (Controlo Automático de Velocidade).* Sinalização Ferroviária Portuguesa, http://homepage.esoterica.pt/~hjcl/pt/pt_convel.htm , s.d.

[25] Oliver Keating, *Trains vs. Road Vehicles. Will road travel make trains obsolete a second time?*, http://o-keating.com/hsr/cars.htm, s.d.

Acredita-se que, para baixar a sinistralidade rodoviária é necessário inverter a balança entre factores potenciais de risco e sistemas eficientes para os evitar, ou seja conseguir aquilo que o *Shinkansen* já conseguiu desde há trinta e oito anos e o *TGV* desde há vinte e um anos. Podemos dizer que, embora os veículos rodoviários não estejam muito atrás em termos de velocidade de ponta (comercial)[26], podemos afirmar sem prejuízo, que o sistema rodoviário apresenta meio século de atraso no capítulo da segurança.

Assinala-se já experiências no que concerne ao controlo automático de veículos por computador, estando-se a trabalhar já nisso desde alguns anos[27], mas mesmo com um computador muito mais responsável que os condutores, há duas questões principais que levantam sérias dificuldades ao avanço sustentável, a curto ou médio prazo de uma proposta desse tipo.

1- Comparando com o caminho-de-ferro as variáveis a processar são incomparavelmente mais complexas, na medida em que no primeiro temos unicamente um eixo principal, enquanto que no segundo é realmente necessário considerar dois eixos operativos

2- Uma vez que existissem numa auto-estrada veículos telecomandados, de forma a garantir a fiabilidade do sistema, para este se justificar em termos de segurança, os veículos conduzidos directamente por humanos teriam que ser erradicados, pois não se acredita na existência pacífica entre os dois tipos de habitantes. Desta forma, consequentemente, teriam que ser construídas novas vias dedicadas, o que implicaria orçamentos elevadíssimos em infra-estruturas, para além de fragmentar ainda mais a rede viária.

Esta situação seria a antítese daquilo que se entende que seja o futuro da mobilidade viária.

[26] Se compararmos teoricamente os mais de 350 km/h (potencialmente comerciais) do *Ferrari Enzo* com os 300km/h (comerciais) *TGV Atlantique*, (pois este comboio já circulou a 515.3 km/h), os automóveis apresentam vantagem (mesmo assim por pouco tempo pois os espanhóis brevemente irão inaugurar o primeiro serviço comercial a 350km/h, entre Madrid e Barcelona com dezasseis comboios *Talgo-Bombardier* e outros tantos *ICE 350-E*), mas na prática a realidade é outra, pois na esmagadora maioria dos casos, nem as legislações, nem as via rodoviárias e muito menos os automóveis permitem velocidades comerciais que se aproximem minimamente destes valores.

[27] O sistema dependeria da articulação de sensores que controlariam velocidade, posição na faixa de rodagem, distancia aos outros, veículos, aderência, etc.

3.1.3 Os custos externos da mobilidade

O cenário da mobilidade merece uma particular atenção, pela importância que assume na vida e nas perspectivas de desenvolvimento das sociedades. Conciliar a eficiência e a sustentabilidade, avaliando com clareza, os custos e os dividendos, de forma a tomar as decisões mais acertadas, devem ser as principais preocupações contemporâneas, de forma a garantir o objectivo duma mobilidade durável. Repensar o *modus operandi* herdado de politicas desequilibradas do século passado torna-se urgente, na medida em que a consciência ambiental, social e cultural reclama *upgrades* ao modelo actual, desgastado e saturado. Conceitos como intermodalidade e dualidade fazem cada vez mais sentido.

Segundo a CCFE[28], «a transferência para os carris de uma parte do tráfego rodoviário permite não só salvar cada ano milhares de vidas humanas, como fará diminuir o congestionamento das estradas, o nível de poluição atmosférica e de ruído (bem como custos externos que lhe estão associados). Ou seja, "uma maior utilização do caminho-de-ferro contribuirá para um aumento sensível da qualidade de vida dos europeus"»[29]

No momento da escolha de um produto ou serviço (que poderá ser uma viagem), o consumidor considera o preço que terá que suportar pelo beneficio ou a satisfação que implica a sua aquisição. No caso de uma deslocação, para a decisão do modo de transporte, é ponderada a relação entre o preço e a qualidade do serviço proposto. São então considerados parâmetros como segurança, velocidade, regularidade, flexibilidade, conforto, intermodalidade, pelo preço a pagar.

Pelo contrario, «ao consumidor de um bem ou dum serviço, não lhe são imputados, geralmente, o somatório dos custos provocados pela sua decisão sobre a sociedade e sobre o ambiente. Estes custos são "externos" porque não são considerados no preço a pagar directamente pelos utilizadores, citando-se portanto fora do espectro do mercado.»[30]

No caso dos transportes, os custos externos resultam principalmente destes cinco factores:

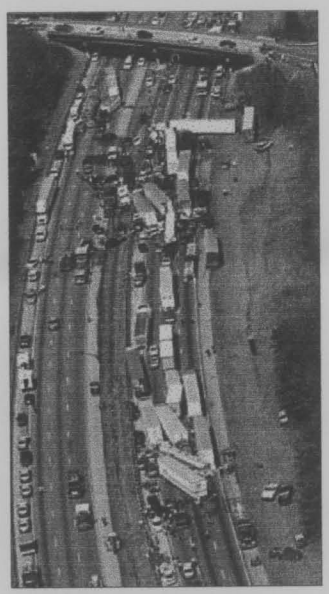


Fig. 74
A sinistralidade é um dos factores mais importantes para O cálculo dos custos externos dos transportes

http://www.amarillonet.com/images/headlines/031502/crash.jpg

[28] Comunidade os Caminhos-de-Ferro Europeus

[29] Carlos Cipriano, "Mais comboios para diminuir acidentes nas estradas. Comunidade dos Caminhos-de-Ferro Europeus", in: *Público*, 13 de Abril, 1998, pág. 13

[30] AAVV, *La Voie de la Mobilité Durable. Réduire les coûts externes des transportes*, UIC – União Internacional dos Caminhos-de-Ferro / CCFE-CER-GEB – Comunidade os Caminhos-de-Ferro Europeus, 2000, pág. 3

- Acidentes e suas consequências sociais e económicas
- Poluição atmosférica
- Efeitos sobre o clima
- Barulho
- Congestionamento

A principal problemática dos custos externos da mobilidade, reside na tradição de uma carente ou inexistente seriedade na sua abordagem, sendo recente a preocupação pelo seu estudo e investigação[31].

Geralmente, nem a sociedade, nem o utilizador de um meio de transporte, estão conscientes dos seus custos reais, mesmo que alguns jamais poderão ser claramente identificados. De qualquer forma, não existe uma consciência cultural ou social destas despesas, que em ultima análise, são sempre suportados pelos cidadãos.

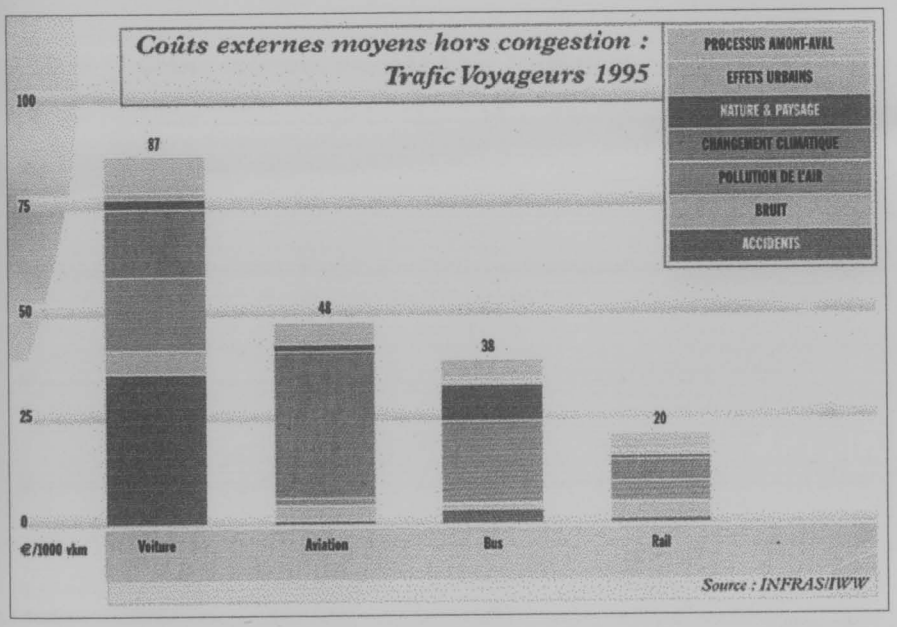


Fig. 75
Custos externos e de congestionamento relativo ao tráfego de passageiros na Europa Ocidental em 1995
Euros por 1000 passageiros por quilometro

AAVV, La Voie de la Mobilité Durable, 2000

Desta forma torna-se difícil, mas urgente criar, contextos de responsabilização que permitam tomar medidas mais justas de forma a obrigar o utilizador a pagar as despesas externas, ou pelo menos a maior parte delas, de forma a incrementar o conceito de utilizador-pagador.

Isto é, «caso se contabilizassem os custos associados a tratamentos hospitalares, funerais, ambulâncias, bombeiros, dias de trabalho perdidos,

[31] Tem si do a EU a fomentar pesquisa desta problemática, através de organismos como Agencia Europeia do Ambiente. As primeiras avaliações dos custos externos dos transportes contribuíram para a elaboração do Livro Verde "Vers une tarification équitable et efficaçe dans les transports" de 1995 e do Livro Branco "Des redevances équitables pour l'utilisation de l'infrastructre" de 1998, e o para os trabalhos da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico) e da CEMT (Conferência Europeia de Ministros dos Transportes) que traçaram as orientações preliminares de uma politica de transportes consciente dos efeitos sobre o desenvolvimento.

indemnizações de seguradoras, advogados, tribunais, combustível e tempo gasto em engarrafamentos, utilização do espaço urbano, poluição e efeito de estufa, repercutindo-os nos condutores, um litro de combustível poderia custar dez vezes mais. Nenhum governo se atreveria, isolado, a avançar com tão impopular medida, mas num contexto alargado da EU, a tendência esta claramente definida.

«Uma concorrência verdadeiramente equilibrada entre a rodovia e a ferrovia exige, porém, esta "verdade dos números", pois calcula-se que os custos externos dos transportes da União Europeia, estimados em quatro virgula um por cento do PIB[32] (o estudo da INFRAS/IWW[33] *"External Costs of Transport (Accident, Environmental and Congestion Costs) in Western Europe"*, para dezassete países europeus, considerando o ano de 1995, apresenta sete virgula oito por cento do PIB dos mesmos, o equivalente a

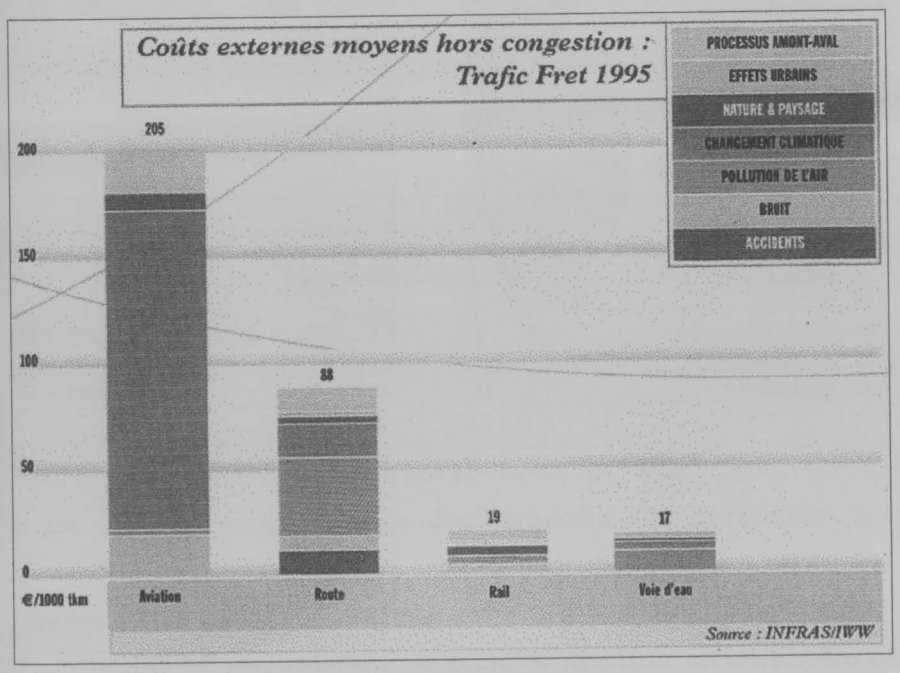


Fig. 76
Custos externos e de congestionamento relativo ao tráfego de mercadorias na Europa Ocidental em 1995 Euros por 1000 toneladas por quilometro

AAW, *La Voie de la Mobilité Durable*, 2000

quinhentos e trinta biliões de euros, dos quais noventa e dois por cento imputáveis ao transporte rodoviário) são imputáveis sobretudo à estrada. A internalisação desses custos, ou seja, a obrigatoriedade de que cada meio de transporte pague por todos os custos por ele gerados, levaria a uma maior competitividade do caminho-de-ferro.»[34]

[32] No nosso país, segundo dados da Prevenção Rodoviária Portuguesa, os acidentes de viação custaram ao país aproximadamente dois milhões e setecentos e cinquenta mil euros, aproximadamente cinco por cento do PIB.
[33] *INFRAS – Consulting Group for Policy Analysis and Implementation*, Zurique. *IWW – Universidade Karlsruhe*, Karlsruhe
[34] Carlos Cipriano, "Mais comboios para diminuir acidentes nas estradas. Comunidade dos Caminhos-de-Ferro Europeus", in: *Público*, 13 de Abril, 1998, pág. 13

Segundo o director geral da UIC, Philipp Roumeguere «o importante são as questões de concorrência e o ambiente, onde o caminho-de-ferro é mais competitivo face aos outros modos de transporte. [...] Tendo em conta os custos externos que os transportes acarretam, e que se contam, na Europa [...] em oito por cento do PIB europeu [...]e que os países andam a calcular as suas previsões de crescimento do produto para o próximo ano, e falam de dois por cento, três por cento...E quando pensamos que oito por cento do PNB é desperdiçado nos transportes...Há qualquer coisa de errado que os responsáveis pela economia deveriam ter em conta.»[35]

É realmente necessário começar a fazer contas, porque «o modo rodoviário é responsável por noventa e três por cento desses custos e o caminho-de-ferro só contribui com um vírgula seis por cento[...]»[36] e se

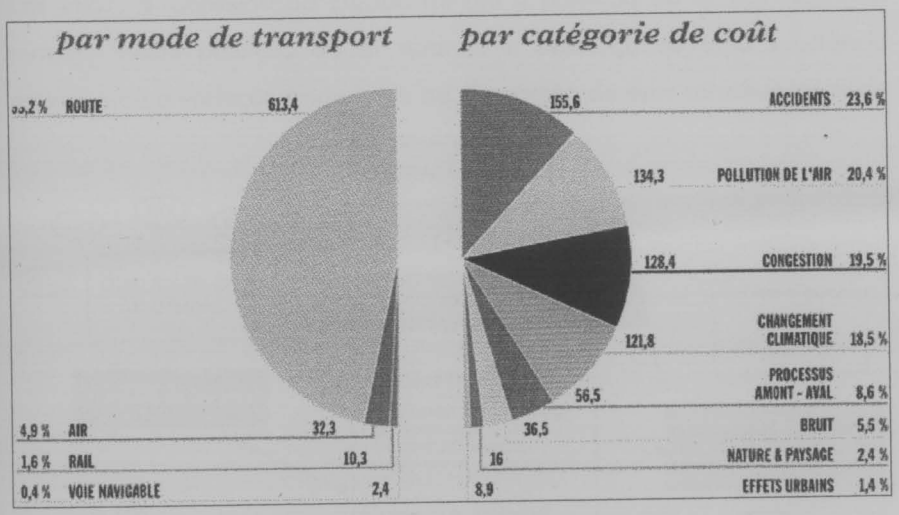


Fig. 77
Custos externos e de congestionamento na Europa Ocidental em 1995
530 biliões de euros

AAVV, La Voie de la Mobilité Durable, 2000

e até 2010 os custos externos dos transportes vão aumentarem em quarenta e dois por cento como previsto, caso não se tome medidas que invertam estes valores, estamos realmente a comprometer o nosso futuro.

A UIC e a CCFE tem assumido um papel de destaque, no alerta para os enormes perigos ambientais que constitui a manutenção deste modelo defendendo a internalisação dos custos dos transportes de forma que utilizadores tomem consciência dos custos que as suas decisões provocam na colectividade. Por outro lado esta posição, é reforçada pela atitude da própria Comissão Europeia, que defende os mesmos princípios «no *Livro Branco* dedicado às infra-estruturas e nas próprias conclusões do Conselho Europeu de Gotemburgo em Julho de 2001»[37].

[35] Carlos Cipriano, "Externalidades dos transportes custam oito por cento do PNB Europeu. Quioto abre novas perspectivas para os comboios ", in: Público, 1 de Outubro, 2001, pág. 10
[36] Carlos Cipriano, "Comboios podem aliviar factura ambiental dos transportes", in: Público, 8 de Janeiro, 2002, pág. 28
[37] *ibidem*

3.1.4 Consciência ambiental

Existe, na natureza, um equilíbrio biológico entre todos os seres vivos. Neste sistema em equilíbrio os organismos produzem substâncias que são úteis para outros organismos e assim sucessivamente. A poluição vai existir sempre que resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) produzidos por microorganismos, ou lançados pelo homem na natureza, forem superiores à capacidade de absorção do meio ambiente, provocando alterações na sobrevivência das espécies. A poluição pode ser entendida, ainda, como qualquer alteração do equilíbrio ecológico existente.

Em 1967, o Conselho da Europa definiu a poluição do ar nos seguintes termos: "Existe poluição do ar quando a presença de uma substância estranha ou a variação importante na proporção de seus constituintes pode

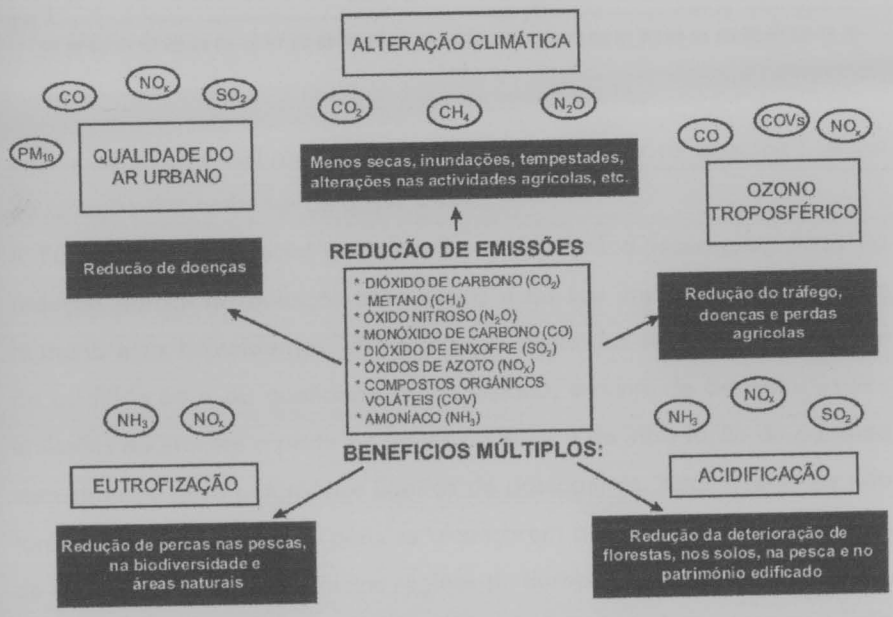


Fig. 78
Abordagem multipoluente / multi-efeito

http://www.eea.eu.int

provocar efeitos prejudiciais ou criar doenças."

O crescente aumento do volume dos transportes rodoviários e, em menor escala, dos transportes aéreos, contribuiu em larga medida para que o sector dos transportes se tornasse numa das principais fontes de vários problemas ambientais importantes[38].

[38] Os combustíveis fósseis continuam a ser a maior fonte de energia a nível dos transportes, representando cerca de um quarto de todas as emissões antropogénicas de dióxido de carbono (CO_2) na UE. O aumento das emissões de gases com efeito de estufa neste sector põe em risco os objectivos de redução de emissões estabelecidos pela UE no âmbito do protocolo de Quioto. AAVV, TERM 2001. Indicadores sobre a integração de transportes e ambiente na União Europeia, Agência Europeia do Ambiente, http://www.eea.eu.int, 2001, pág. 3

Importa aqui realçar que «o sector dos transportes[39] é responsável por grande parte das emissões de CO (monóxido de carbono) com sessenta e nove por cento, CO_2 (dióxido de carbono) vinte e quatro por cento, NO_x (óxido de azoto) sessenta e três por cento, COV (compostos orgânicos voláteis) não-metano, quarenta e sete por cento e partículas de dez a vinte e cinco por cento, contribuindo, por conseguinte, de forma significativa para os problemas ambientais de alteração do clima, acidificação, ozono troposférico e qualidade do ar urbano. As emissões dos transportes terão

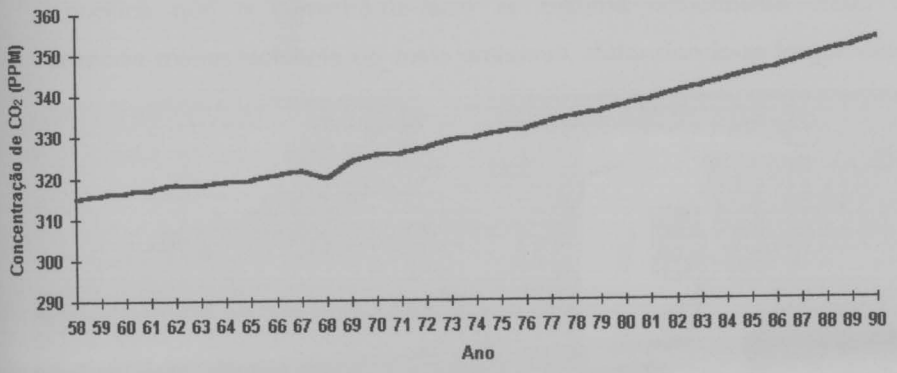


Fig. 79
Variação da concentração média mensal de dióxido de carbono na atmosfera

http://www.eea.eu.int

de ser fortemente reduzidas para se poderem cumprir os objectivos gerais de redução das emissões de gases tóxicos.»[40]

A Europa, e em especial a União Europeia, está a fazer progressos na redução parcial da poluição atmosférica e do seu impacto sobre a saúde humana e os ecossistemas. «As principais melhorias registaram-se a nível da acidificação e da qualidade do ar urbano, em virtude da redução das emissões de enxofre a partir de fontes pontuais e da introdução de gasolina sem chumbo para automóveis ligeiros de passageiros. Estas melhorias não foram, todavia, suficientes para se alcançarem níveis ambientais aceitáveis de enxofre e chumbo em muitas regiões da Europa.

No tocante a outros problemas ambientais relacionados com a poluição atmosférica (alterações climáticas e ozono troposférico) não houve quaisquer melhorias nos últimos anos, verificando-se, quando muito, alguma estabilização. Relativamente a todos os problemas ambientais ligados à atmosfera, as políticas e medidas destinadas a reduzir progressivamente as emissões foram em grande medida anuladas pelo aumento das forças geradoras das pressões, em especial no sector dos transportes. São necessárias novas reduções substanciais de todas as



Fig. 80
Na Suíça é largamente incrementado o transporte de automóveis por caminho-de-ferro

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

[39] Rodoviários e não rodoviários

[40] AAVV, Síntese do Relatório sobre "A Poluição Atmosférica na Europa em 1997", Agência Europeia do Ambiente, http://www.eea.eu.int, 1997, pág. 14

emissões para a atmosfera para se poderem atingir os níveis definidos em matéria de qualidade do ar e de ultrapassagem das cargas críticas nos ecossistemas.»[41]

Segundo a Agência Europeia do Ambiente, é o transporte rodoviário a maior fonte de emissão de CO_2, seguido do transporte aéreo na área da mobilidade. O sector dos transportes é então prioritário no plano de acção da Comunidade para melhorar a eficiência energética e no Programa Europeu para as Alterações Climáticas.

É pacifico que o caminho-de-ferro se assume actualmente como o transporte menos poluente do meio ambiente, distanciando-se largamente



Fig. 81
Comboio de camiões suíço

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

dos transportes rodoviários, dependentes dos combustíveis fósseis., «que nada abona em favor da eficiência energética do sector dos transportes. Este é aliás, o segundo sector que consome mais energia: a indústria lidera com quarenta e um por cento e os transportes marcam apenas menos três pontos percentuais. Os resultados das emissões de gases poluentes reforçam o cenário. Em 1999, só os transportes emitiram mais de metade do óxido de azoto (cinquenta e sete por cento) e do monóxido de carbono (oitenta e nove por cento) contabilizado a nível nacional. E não é por acaso que o país consegui já ultrapassar dez vírgula dois por cento da sua quota de emissões de gases com efeito de estufa, fixada em vinte e sete por cento para o período entre 1990 e 2012 colocando em risco o protocolo de Quioto. Mas os impactos ambientais dos transportes rodoviários não se ficam por aqui. Segundo estimativas da Agencia Europeia de Ambiente, cerca de um terço da população da EU está exposta a níveis de ruído

[41] *ibidem*, pág. 1

prejudiciais para a saúde, acima dos 55db, derivados do tráfego rodoviário.»[42]

Surgem actualmente algumas mudanças de postura reveladoras de uma consciência considerável, que para enfrentar o futuro [...] e ajudar a cumprir os compromissos de Quioto.»[43]

Outros exemplos de "sucessos" ecológicos, são o serviço de ligação entre Paris e Bruxelas. O *TGV Thalys*[44] levou, em apenas quatro anos, a *Air France* a abandonar os voos entre as duas cidades. O mais curioso é que na sua ligação diária entre Bruxelas e o aeroporto Charles de Gaule, é a própria *Air France* que reserva uma ou duas carruagens de primeira classe para os seus próprios clientes. «Um exemplo perfeito de intermodalidade aero-ferroviária com benefícios ambientais bem identificados: a supressão de dez voos diários entre as duas capitais evita que se lance na atmosfera seis mil e setecentas toneladas de dióxido de carbono por ano.»[45]



Fig. 82
Ramo *TGV Thalys 4341* em Paris Bercy, Setembro 1996

http://www.thalys.com/



Fig. 83
Ligações do serviço *TGV Thalys*

http://www.thalys.com/

Na Alemanha, o sucesso da implementação do serviço de mercadorias *Parcel Inter City*, que liga todas as noites o porto de Hamburgo a Munique desde há um ano e meio, permitiu à DB[46] criar já um novo serviço directo de mercadorias a 160 km/h entre Hamburgo e Estugarda. Surgem então novas apóstas, pois «a DB e a empresa Danzas Euronet projectam abrir novos corredores *Parcel Inter City*, que vão colocar nos carris aproximadamente oitenta mil contentores por ano, aliviando as

[42] Alexandra de Lima, Chantal Grazina, «Dia Europeu sem carros. A 22 de Setembro o carro descansa.», in: *Forum Ambiente*, nº 84, Outubro, 2002, pág. 20

[43] Carlos Cipriano, "Externalidades dos transportes custam oito por cento do PNB Europeu. Quioto abre novas perspectivas para os comboios ", in: Público, 1 de Outubro, 2001, pág. 10

[44] Este serviço é explorado pelos caminhos-de-ferro franceses, belgas, holandeses e alemães e suíços, servindo assim também Amsterdão e Colónia e Genebra.

[45] Carlos Cipriano, "Comboios podem aliviar factura ambiental dos transportes", in: Público, 8 de Janeiro, 2002, pág. 28

[46] Die Bahn (Caminhos-de-Ferro alemães)

congestionadas auto-estradas alemãs de quarenta mil trajectos de grande distancia por camião.

Quanto às emissões de dioxodo de carbono, a concretizarem-se estas novas ligações, serão evitadas onze mil e quinhentas toneladas por ano[...].»[47]

Mesmo na vizinha Espanha, entre Madrid e Sevilha, as alterações nas cotas de transporte divididas entre os vários tipos de transporte (automovel, autocarro, comboio e avião), com a introdução do *AVE* (serviço de alta



Fig. 84
Ramo *AVE 100* entre Madrid e Sevilha

http://www.renfe.es/ingles/empresa/ave/index.html

velocidade), foram completamente alteradas, passando o meio ferroviário a dominar as ligações com cinquenta e quatro por cento do tráfego, o que implicou do ponto de vista ambiental uma redução de cerca de trinta por cento nos custos externos.

[47] *ibidem*

3.1.5 Insustentabilidade desta mobilidade. A preocupação da UE

«Tal como acontece noutras partes do mundo, o progresso rumo ao desenvolvimento de um sistema de transportes mais sustentável assumiu uma importância primordial no âmbito da União Europeia (UE). Desta forma, a questão dos transportes ocupa um papel de destaque no Sexto Programa de Acção em Matéria de Ambiente da UE e na sua Estratégia de Desenvolvimento Sustentável. Na Cimeira de Gotemburgo, o Conselho Europeu identificou o sector dos transportes como uma das quatro áreas prioritárias, em que o desenvolvimento de uma política de sustentabilidade terá que ser mais rápido.

Para alcançar este progresso, é necessária uma melhor integração das considerações ambientais em todas as áreas da política de transportes. Não menos importante será obter uma visão clara e quantitativa do sector e do seu desenvolvimento.»[48]

A Estratégia de Desenvolvimento Sustentável da Comissão Europeia preconiza uma dissociação entre a procura no sector dos transportes e o crescimento económico, e uma estabilização da repartição modal – a quota dos diferentes modos de transporte no mercado dos transportes – aos níveis de 1998 até 2010. As tendências actuais afastam-se muito destes objectivos[49].

No que refere ao transporte de passageiros, que se prevê que continue a crescer, os veículos particulares mantem um tendência crescente devido a um deficiente ordenamento do território, a uma incorreta taxação dos custos externos que garante preços competitivos e que provoca que os europeus percorrem distâncias cada vez maiores para se deslocarem entre as suas casas, o local de trabalho, os estabelecimentos comerciais, os estabelecimentos de ensino e os centros de lazer. O crescimento do número de veículos automóveis particulares incentiva a expansão urbana (e vice-versa, criando assim um círculo vicioso). Normalmente, as pessoas preferem o automóvel a outros meios de transporte mais ecológicos, mesmo quando as distâncias são suficientemente curtas para serem percorridas, por exemplo, de bicicleta ou a pé. Para muitos, o automóvel

[48] AAVV, TERM 2001. Indicadores sobre a integração de transportes e ambiente na União Europeia, Agência Europeia do Ambiente, http://www.eea.eu.int, 2001, pág. 3

[49] *Ibidem* pág. 6

tornou-se num meio quase essencial para o acesso a serviços básicos, sendo também o meio de transporte preferido para outros fins.[50]

No campo das mercadorias segundo a AEA[51] os principais factores responsáveis pelo aumento deste tipo de transporte são «a globalização da economia, a liberalização do mercado interno, a complexidade das redes de comércio, a especialização dos processos de produção, as preferências dos clientes e o decréscimo do custo dos transportes. O pacote legislativo recentemente aprovado sobre os caminhos-de-ferro tem por objectivo promover a concorrência no transporte ferroviário internacional, o que poderá contribuir para aumentar a quota do transporte ferroviário no mercado dos transportes.»[52]

«As políticas de coesão da Comunidade Europeia estão estreitamente relacionadas com o ordenamento do território e o planeamento dos transportes. Porém, a construção de novas infra-estruturas de transportes nem sempre resulta numa melhoria do bem-estar económico e num reforço da coesão regional. [...] A Perspectiva Europeia do Desenvolvimento do Território, a Política Comum de Transportes e o Sexto Programa de Acção em Matéria de Ambiente incluem várias medidas para promover a adopção de melhores práticas de ordenamento do território. A nova directiva sobre avaliação ambiental estratégica visa também assegurar a integração das considerações ambientais nos processos de ordenamento do território.»[53]

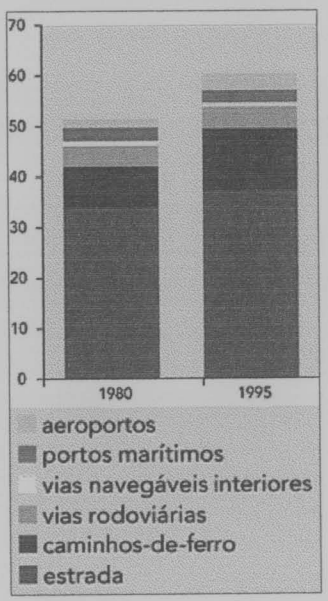


Fig. 85
Investimento nas infra-estruturas de transportes, UE-15
milhões de euros
(preços em 1995)

AAVV. *TFRM*. 2001

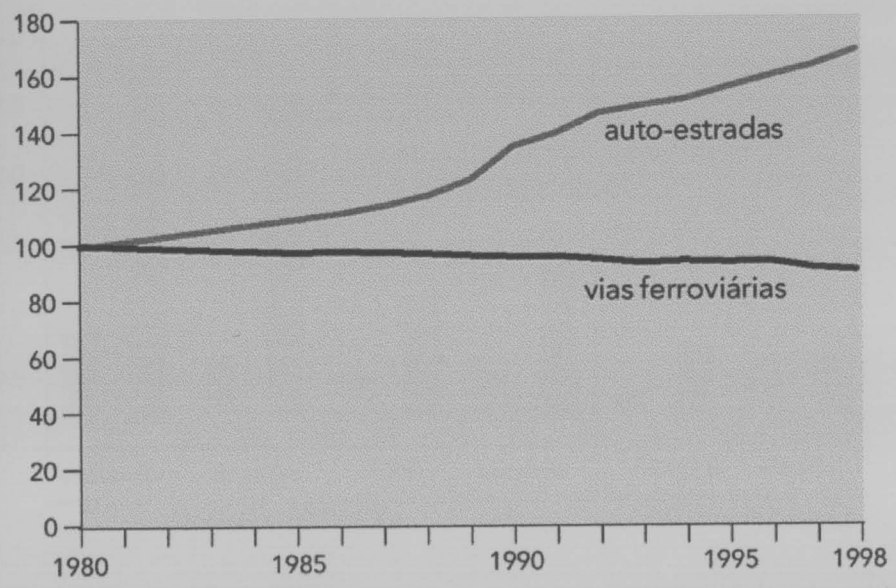


Fig. 86
Extensão das auto-estradas e das vias ferroviárias, UE 15
índice (1980=100)

AAVV, *TERM*, 2001

[50] *Ibidem* pág. 6
[51] Agência Europeia do Ambiente
[52] *Ibidem*
[53] *Ibidem* pág. 9

Muitas das decisões relativas a infra-estruturas de transporte surgem não devido a um planeamento consciente a longo prazo, mas sim como respostas mais ou menos imediatas a situações de congestionamento, que se torna urgente resolver e que geralmente não incrementam, antes pelo contrário, a sustentabilidade. São geralmente as auto-estradas e os aeroportos que beneficiam desta política perigosa.

A AEA refere que «embora o transporte ferroviário receba uma percentagem do total de investimentos superior à sua quota em termos de procura, este modo de transporte ainda não é suficientemente flexível para satisfazer as novas exigências em termos de transportes. Torna-se necessário adoptar medidas para melhorar a qualidade dos caminhos-de-ferro, assim como dos transportes intermodais e combinados. O pacote sobre caminhos-de-ferro pretende aumentar a eficiência dos transportes ferroviários, através da adopção de legislação com vista a tornar a rede ferroviária nacional acessível aos serviços nacionais de transporte de mercadorias e aos serviços internacionais de transporte de passageiros e com vista também a melhorar a segurança e a interoperacionalidade. Embora inicialmente se previsse que sessenta por cento do investimento na Rede Transeuropeia de Transportes (RTE) da União Europeia fosse aplicado

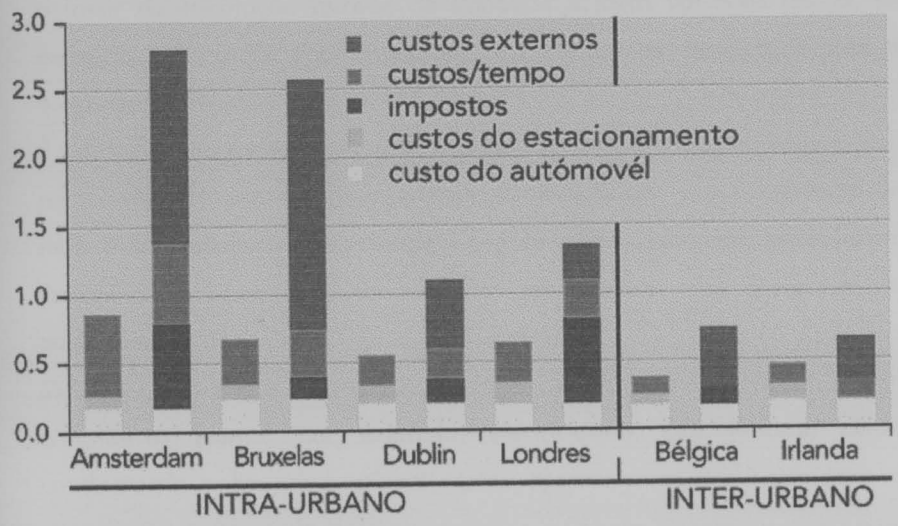


Fig. 87
Custo dos transportes por viatura privada e custos sociais durante as horas de ponta, 2005
Dados: Euro/passageiro/km

AAVV, *TERM*, 2001

nas vias ferroviárias[54], especialmente na criação da rede de alta velocidade, a maior parte deste investimento destinou-se a auto-estradas.»[55]

[54] A rede de auto-estradas aumentou mais de 70 % desde 1980, enquanto que a extensão das linhas ferroviárias convencionais e das vias navegáveis interiores diminuiu cerca de 9 %

[55] *ibidem* pág. 10

O principal objectivo da política comunitária tendo em vista uma formação de preços correctos e eficientes é a internalização dos custos sociais marginais, incluindo os custos originados por danos ambientais, acidentes e congestionamento do tráfego, no preço dos transportes. No entanto, este objectivo está longe de ser alcançado: os transportes rodoviários e aéreos, os modos de transporte que apresentam os custos externos mais elevados por unidade de transporte, recebem assim implicitamente um subsídio da sociedade.

No entanto, segundo a AEA «existem sinais de progresso: a maior parte dos Estados-Membros tem vindo a implementar sistemas tarifários adequados aos vários modos de transporte, com base nos respectivos custos ambientais. As medidas de internalização concentram-se sobretudo na poluição atmosférica no caso do sector rodoviário e no ruído no caso do sector de aviação, em detrimento do congestionamento de tráfego e das emissões de CO_2.

Vários instrumentos podem ser utilizados para um cálculo correcto dos preços. O caminho mais adequado parece ser a redução da tributação através de impostos e taxas fixos (como, por exemplo, os impostos anuais de circulação ou o pagamento de uma portagem anual nas auto-estradas), a favor da tributação através de impostos e taxas variáveis (como, por exemplo, portagens, impostos sobre os combustíveis, taxas com base na quilometragem).»[56]

É um facto que os avanços tecnológicos das últimas décadas contribuíram para uma melhoria nas características ecológicas dos veículos automóveis, mas é necessário ir mais longe para conseguir alcançar os objectivos fixados para a redução de emissões provenientes dos novos veículos automóveis.

Mesmo «apesar dos esforços no sentido de promover fontes de energia alternativas (como, por exemplo, electricidade, gás natural, células combustíveis e bio-combustíveis), estas apresentam uma baixa taxa de penetração no mercado.

A estratégia para um desenvolvimento sustentável tem por objectivo aumentar a quota de fontes de energia alternativa no consumo total de combustível no sector dos transportes para 7 % até 2010 e 20 % até 2020.

Em termos de eficiência energética por tonelada/quilometro, os transportes marítimo e ferroviário apresentam mais vantagens do que o transporte

[56] *Ibidem* pág. 12

rodoviário. No entanto, a eficiência energética do transporte ferroviário registou poucas alterações nas duas últimas décadas, o que sugere a necessidade de explorar novas medidas de poupança de energia, mesmo no sector ferroviário.»[57]

Após a Cimeira Europeia de Cardiff realizada em Junho de 1998, pelo menos dez Estados Membros estão a desenvolver esforços no sentido de promover estratégias integradas no domínio dos transportes e do ambiente, embora muitas não passem ainda de estudos. É fundamental então a sua aprovação, com as estratégias e políticas comunitárias.

Preocupante é o fracasso na implementação da internalização dos custos externos, na medida em que não foram traçados metas e objectivos sectoriais concretos. «Apenas a Áustria e a Finlândia elaboraram um relatório de indicadores independente que segue as linhas do TERM58. A Suécia, a França e o Estado alemão federal de Bade-Vurtemberga estão a planear fazer o mesmo.

Vários países tomaram medidas no sentido de aplicar de forma sistemática um processo de avaliação ambiental estratégica das políticas e planos no sector dos transportes a nível nacional ou regional. A avaliação ambiental estratégica contribuirá para a integração de considerações ambientais nos vários níveis do processo de decisão e incentivará a informação e o envolvimento do público. Muitos países lançaram programas de sensibilização para os problemas existentes no sector dos transportes e do ambiente, mas a consciencialização do público nem sempre resulta nas alterações de comportamento pretendidas, sendo, por isso necessário recorrer a incentivos mais vigorosos.»[59]

Entende-se assim estarem lançadas, na generalidade, as coordenadas que estruturam o juízo operativo do projecto proposto, entendendo-se a urgência de repensar a mobilidade à luz de conceitos como interconexão interoperabilidade e complementaridade. Acredita-se que assim, garantindo disponibilidade de utilização, segurança e respeito pelo meio ambiente, conseguir-se-á modelos de mobilidade mais amigáveis e sustentáveis.

---

[57] *Ibidem* pág. 14

[58] Relatório TERM 2001, é o segundo relatório de indicadores elaborado de acordo com o Sistema de Relatórios sobre Transportes e Ambiente na UE (TERM).

[59] *Ibidem* pág. 16

3.2 Caracterização de cenários futuros

Acredita-se ser utópico a sobrevivência de soluções globais de transporte marcadamente individuais, mas não será certamente saudável a imposição de sistemas exclusivamente colectivos, portanto, prevê-se que uma articulação de soluções, baseada no conceito de intermodalidade, permita a melhor e mais abrangente resposta, tendo em conta as necessidades e expectativas das sociedades.

Revela-se assim a pertinencia de investigar sistemas híbridos, contornando interpretações tradicionais, dogmas e vícios instalados, que procurem dar novas soluções a novas exigências.

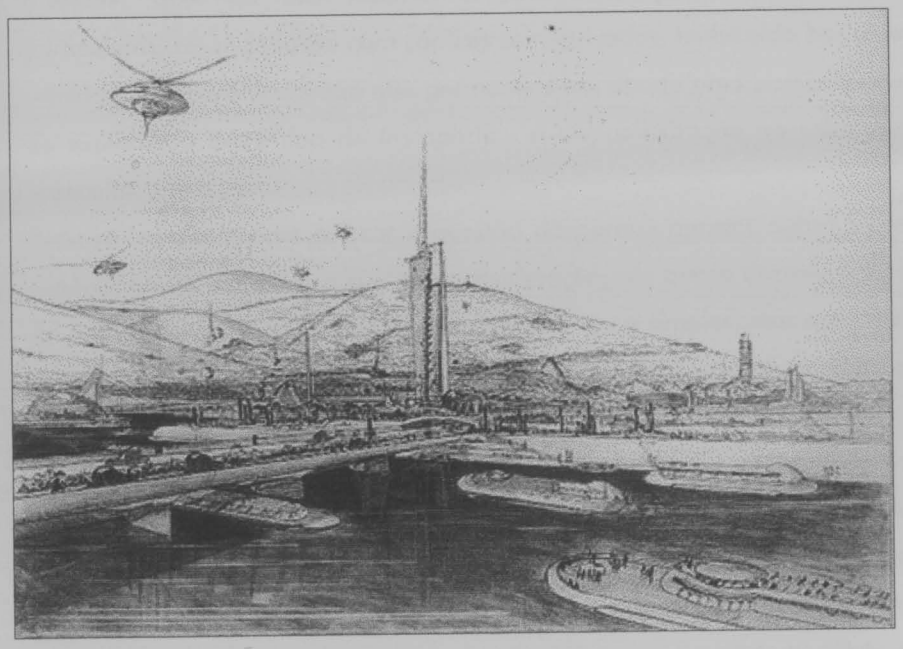


Fig. 88
"The Living City" (Project).
Frank Lloyd Wright
Pencil on tracing paper, 42x34
1958

http://www.franklloydwright.org/

Analisando de uma forma não redutora, os transportes terrestres, estudando as vantagens e desvantagens, é evidente que poderão ser ainda equacionadas novas combinações que conciliem virtudes rodoviárias e ferroviárias em soluções híbridas, que por sua vez poderão ter desempenhos muito interessantes em num leque bastante rico de situações.

3.2.1 O público e o privado

Uma análise atenta à realidade das possibilidades de exploração dos meios de transporte demonstra que ainda existem alternativas de conjugação ou de articulação deficientemente exploradas. Isto é, considerando as quatro tipologias principais de modo de transporte[60], o modo aéreo, marítimo (inclui-se o fluvial), rodoviário e ferroviário, constata-se que nos três primeiros, indistintamente, encontramos a tipologia de transporte pública, privada e particular[61], e que no último, o ferroviário, o cenário é bastante diferente. De uma forma geral o caminho-de-ferro é assumido como um transporte público, embora quer no presente, quer na sua história, a sua exploração com entidades particulares, ou sociedades com capitais semi-privados, tenha sido bastante utilizada. Constatamos então que permanece em aberto uma possibilidade de exploração deste tipo de transporte - a disponibilização ao utilizador particular.

Pode-se imediatamente colocar a questão do porquê apostar agora neste cenário, tendo em conta a sua não consideração, em quase duzentos anos de história ferroviária. É obvio que a resposta não é simples, mas acredita-se que existem argumentos, culturais e tecnológicos que sustentam a investigação de possibilidades nesta direcção.

Constata-se no espaço europeu uma inédita preocupação de harmonização dos sistemas de transporte, aos mais variados níveis, de forma a incrementar a eficiência, não propriamente de um determinado meio de transporte, de uma forma isolada, mas sim, ao nível da operatividade de um sistema global e integrado de mobilidade. Toda a investigação e reflexão sobre este assunto, provoca uma sinergia que deve ser aproveitada de uma forma corajosa e determinada, procurando enquadrar mais valias, mesmo que numa abordagem superficial pareçam improváveis.

Se a um cidadão munido do seu avião ou helicóptero particular lhe é permitido o uso do espaço aéreo de um determinado país, se a outro, com o seu próprio iate ou veleiro, lhe é autorizada, da mesma forma, a utilização das águas internacionais ou pertencentes a uma nação, e se um



Fig. 89
Avião particular
Espaço aéreo internacional ou de um determinado país

www.greatplanes.com/airplanes/gpma0236.html



Fig. 90
Automóvel particular
Rede rodoviária de qualquer estado

www.astonmartin.com

[60] Considera-se para este estudo o universo civil, desprezando as possibilidades militares.
[61] Entende-se tipologia pública quando o serviço é encarado com um carácter preferencialmente social, tipologia privada quando, estamos perante um a empresa privada, numa perspectiva lucrativa, e por último, tipologia particular, no momento que nos referimos à utilização por pessoas particulares.

terceiro com o seu veículo automóvel, pode servir-se da rede rodoviária de qualquer estado, porque então, qualquer um deles não deveria ter a possibilidade de com o seu próprio veículo, seguir pelo caminho-de-ferro? Neste caso, existiria também, a vantagem de poder articular os itinerários com a rede rodoviária, sem necessitar de qualquer tipos de transbordos.



Fig. 91
Barco particular
Águas internacionais ou pertencentes a uma nação

http://www.heartland.on.ca/weavers/boats.html

O primeiro passo , que seria enquadrar legalmente esta possibilidade, já esta dado, quando a própria EU legisla de forma que permite enquadrar este princípio ao sugerir aos estados membros, através da Directiva 440/91, que decomponham as suas empresas ferroviárias, dividindo-as entre operadores de transporte e empresas de infra-estrutura.

Assumindo-se esta direcção, (já) em Portugal, foi aprovada a legislação, dentro do contexto desta política de transportes comunitária, que enquadra legalmente a disponibilização liberalizada das infra-estruturas ferroviárias a operadores privados, nacionais ou estrangeiros. Estes concessionários podem então explorar circulações internacionais com o seu próprio material circulante, ou também concessionado, desde que respeitem, entre muitas, duas regras fundamentais: a) o material circulante deve cumprir todas as normas de compatibilidade com as infra-estruturas a utilizar de forma a garantir a segurança e fiabilidade do sistema; b) o operador deve dispor de material de tracção próprio.



Fig. 92
Helicóptero particular
Espaço aéreo internacional ou de um determinado país

http://www.neumann-associates.com/~dean/gallery/mtn3/1tantalus/chopper_out.html

Este âmbito "legal" garante um enquadramento perfeito do objecto deste estudo.

É aliciante o desafio, tendo em conta as vantagens intrínsecas, quer ao nível do utilizador, quer sob uma perspectiva global de sustentabilidade, embora implique, naturalmente, determinadas problemáticas que necessariamente teriam que ser seriamente analisadas.



Fig. 93
Híbrido privado
Rede viária

007 James Bond Octopussy
1983

3.2.2 Automóvel ou Comboio?

Considerando o conceito híbrido, não em termos de tipologia de energia de propulsão, mas sim, de *modos operandi*, que caracteriza a essência deste projecto, importa desenvolver uma reflexão sobre semântica das concepções que lhe estão associadas, isto é, compreender os significados que lhe são caros e ensaiar uma relação entre eles, no sentido de estabelecer paralelos entre conceitos culturais tradicionais e as novas combinações que se investiga neste estudo.



Fig. 94
Mercedes 220 SEb

007 James Bond Octopussy, 1983

Sendo assim, quando propomos veículos que conseguem habitar quer as estradas, quer os caminhos-de-ferro, é suposto, estes assumirem características operativas que lhes permitam interpretar os papeis dos nativos desses dois ambientes, ou seja dos automóveis[62] e dos comboios[63]. As suas características operativas, deverão ser reinterpretadas, de forma a construir então um raciocínio abrangente, de reflexão sobre as funções dos veículos, as suas relações com os seus habitats naturais e as expectativas culturais relativas aos mesmos.

Parece-nos então pertinente uma análise do léxico a partir do termo "comboio" [64]. Segundo J. Almeida e Costa e A. Sampaio e Melo, "comboio" assume significados bastante vastos, garantindo a identificação do(s) "veículo(s)" ferroviário(s), e do "conjunto de veículos", para além do grupo de navios, escoltados ou não por forças militares (este último não será



Fig. 95
Locomotiva
(Tractor ferroviário)
Série1200 da CP *Brissonneau & Lotz*

SINNEMA, 2002

[62] Consideramos aqui a máxima abrangência do termo: automóveis como veículos com capacidade de locomoção autónoma, incluindo todas as suas derivações como: carros, carrinhas, camionetas, camiões, veículos todo-o-terreno, etc.

[63] Consideramos aqui também a máxima abrangência do termo: comboios como veículos ferroviários, incluindo todas as suas derivações como: automotoras, locomotivas, carruagens, vagões, etc.

[64] «Conjunto de carros de transporte, carregadores ou bestas de carga que se dirigirem ao mesmo destino, caminhando juntos; série de carruagens atreladas umas às outras, movidas por uma locomotiva, em caminho-de-ferro, fila de navios [...]; coluna de viaturas que transportam pessoal e material, podendo ser escoltadas por forças militares (Do fr. Convoi, "id").» *ibidem*

considerado, embora garanta que o conceito de comboio fique suficientemente claro).

Se considerarmos então o "conjunto de veículos", num primeiro momento no ambiente ferroviário, deparamos com uma infinidade de possibilidades de veículos e de combinações entre os mesmos. Estes podem assumir características bastante distintas, consoante o tipo de utilização a que se destinam, destacando simplesmente alguns, poucos, a nível de exemplo: locomotiva, carruagem salão de passageiros, carruagem restaurante, carruagem camas, vagão correio, vagão porta-automóveis, vagão porta-contentores, vagão tremonha[65], vagão cisterna, entre outros.

Desta forma podemos ter comboios "bloco"[66], ou comboios compostos com os mais diversos tipos de material, quer de passageiros, quer de mercadorias. O que permite uma enorme diversidade de tipologias de utilização, através da flexibilidade de acrescentar, reduzir ou trocar material, embora algumas combinações sejam bastante raras, pelo menos em serviço comercial. Estes comboios compostos permitem que, nem todos os veículos se destinem ao mesmo local, podendo alguns veículos ser deixados em determinado local ou seguir outro destino[67], da mesma forma que outros poderão vir só mais tarde a integrar o grupo.

Se considerarmos agora o "conjunto de veículos", no ambiente rodoviário, as interpretações mais imediatas vão para uma coluna militar ou para um "casamento", que se caracteriza por uma fila de veículos, em que todos vão de um mesmo sítio para um outro mesmo sítio, com um objectivo comum. Mas em termos práticos, quando nos deparamos com ou determinado troço de estrada ou auto-estrada, o principio é exactamente o mesmo, ou seja, todos os veículos tem o mesmo objectivo, percorrer esse mesmo troço, embora possam continuar para o troço seguinte ou mudar de direcção no próximo cruzamento ou entroncamento. De qualquer forma a aplicação prática deste conceito é facilmente identificável nos camiões compostos por tractor e reboque, embora desesperadamente limitada, por questões de segurança operativa.

Desta forma, a desconstrução do termo "comboio" conduz-nos a veículos autónomos, que poderão, para além dos exemplos ferroviários referidos



Fig. 96
Tractor
(Locomotiva rodoviário)
Volvo FH12, 4x2, Cab L2H3
Globetrotter

http://www.volvo.com.au/



Fig. 97
Camião
(Comboio rodoviário)
Volvo FH12, 4x2, Cab L2H2
Globetrotter

http://www.volvo.com.au/

[65] Vagão destinado ao transporte de cereais

[66] Termo usado para comboios de mercadorias em que geralmente para além da locomotiva, todos os vagões são iguais, transportam mercadoria idêntica, sendo toda de um único remetente também para um único destinatário.

[67] Para ilustrar o raciocínio apresenta-se o caso do comboio Sud-Express, que durante muitos anos, partia dividido de Lisboa e do Porto, reunindo-se na Pampilhosa, e vice-versa na volta de Hendayae.

anteriormente, ser sem nenhum prejuízo, "carros"[68] ou "automóveis"[69]. Isto porque, no fundo, quer o princípio de utilização, quer o princípio de



Fig. 98
Comboio
(Camião ferroviário)
Composição de mercadorias encabeçada pelas locomotivas *MLW 1561* e *Sorefame-Henschel 2569*

http://apac.cp.pt/album/imagens/Coimb15612569.jpg

funcionamento é o mesmo, só diferindo em termos de características técnicas de adaptação a cada ambiente.

Se revertermos agora o processo, estes mesmos veículos, por sua vez, quando reunidos em linha, reconstroem o conceito de comboio. Isto é "conjunto de veículos" que num determinado momento segue alinhado de um local para o outro, independentemente se são motorizados ou não.[70]

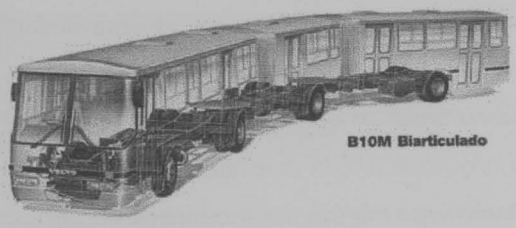


Fig. 99
Autocarro articulado
(automotora composta rodoviária)
Volvo B 10 M articulado

http://www.volvo.com.au/

Podemos agora estabelecer um paralelo evidente entre a automotora[71] e o automóvel, na medida em que ambos se caracterizam pela capacidade de locomoção autónoma, e por uma configuração que à partida se deve manter indivisível. No caso das automotoras, considera-se muitas vezes composições que, apesar de indivisíveis em termos de utilização, podem ser compostas e divisíveis em termos técnicos, como o caso das "ramos"[72] compostas *TGV*[73], embora esta divisão não seja habitualmente usada, na

---

[68] «*s. m.* veículo de rodas para transporte de pessoas ou coisas; viatura; automóvel; carruagem [...].» *ibidem*

[69] «*adj.* Diz-se dos veículos com capacidade de locomoção autónoma; *s.m.* veículo com motor próprio (geralmente accionado a gasolina ou gasóleo), usado no transporte de passageiros e de carga (De *auto+móvel*, ou do fr. *Automobile, «id.»)* » *ibidem*

[70] Se considerarmos um conjunto de camiões compostos por tractor e reboque, os reboques não são motorizados, da mesma forma que os vagões e as carruagens também não o são.

[71] «*s. f.* veículo motorizado adaptado ao transporte de passageiros e mercadorias por via-férrea (De *auto+motor+a*)» J. Almeida e Costa e A. Sampaio e Melo , *Dicionário da Língua Portuguesa*, Porto Editora, 1988

[72] Termo utilizado para definir composições deste tipo em que se tem geralmente duas *motoras* nos extremos e um numero optimizado de carruagens entre estas.

[73] "Actualmente existem basicamente duas tipologias de material circulante para alta velocidade: os TGV franceses e os *ICE* alemães. A diferença fundamental entre as duas concepções, reside no facto do *TGV* ser um comboio articulado e indeformável, no

sua exploração comercial. Os "ramos" são mantidos inalteráveis durante largos períodos de utilização. Outra possibilidade que se encontra

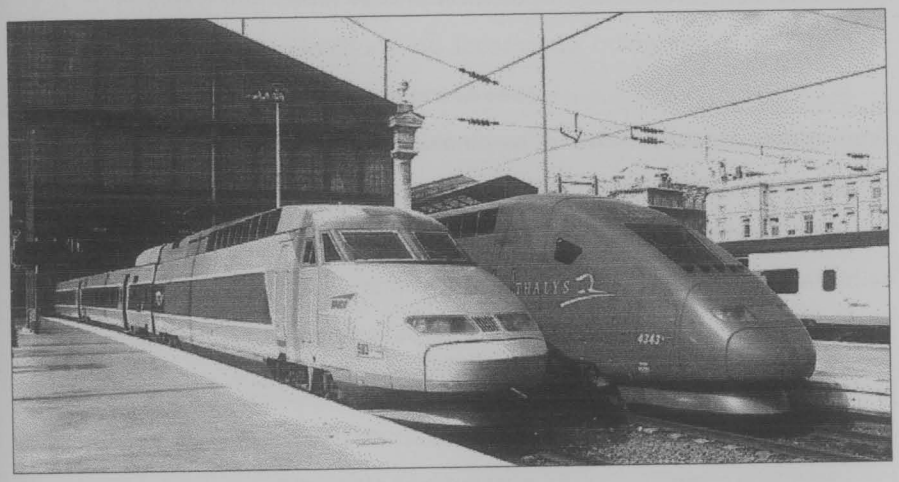


Fig. 100
Automotora composta
(Autocarro ferroviário)
TGV Atlantique e *TGV Thalys*

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

frequentemente é dois ou três "ramos" acoplados dando origem então a comboios compostos.

Deparamos então com uma diferença substancial entre a automotora e o automóvel, em termos operativos - enquanto a primeira se caracteriza essencialmente por uma condição colectiva ou social, o segundo assume definitivamente um carácter particular. Esta divergência operativa torna-se incontornável quando revela que o automóvel não encontra um veículo homólogo no caminho-de-ferro. Uma análise então ao quadro da (fig. X), permite-nos concluir que, com a excepção deste, os principais conceitos de transporte encontram sempre um equivalente no outro meio ambiente:

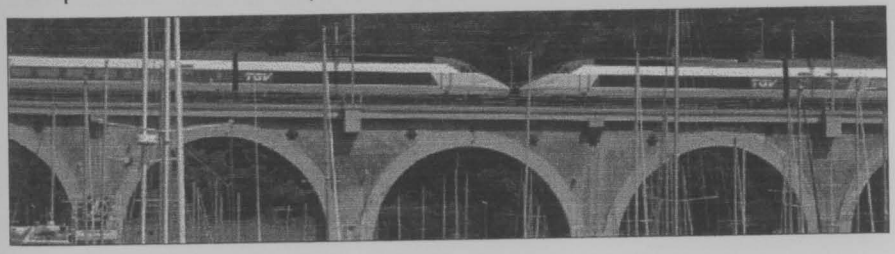


Fig. 101
"Ramos" acoplados
TGV Atlantique

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

- O comboio relaciona-se directamente com o camião articulado, e vice-versa, pois ambos se caracterizam por um conjunto de veículos onde um tractor tracciona os restantes atrelados.

qual o bogie (estrutura que suporta os eixos das rodas e os componentes de suspensão, estabelecendo a ligação com o veículo ferroviário, sendo usadas na maioria dos casos dois por veículo), está situado entre a articulação de duas carruagens, garantindo assim uma óptima rigidez dinâmica à composição. Pelo contrário, os *ICE* mantêm a concepção clássica, com carruagens independentes, acopladas entre si, sendo em ambos a tracção realizada por locomotivas monocabina, uma em cada extremidade que enquadram as carruagens» António Vasconcelos, «A tecnologia da alta velocidade ferroviária», in: *Bastão Piloto*, nº 213 Janeiro/Fevereiro, 2002, pág. 10

- A locomotiva encontra o seu par no tractor, e vice-versa, na medida em que ambos são os responsáveis pela tracção dos restantes veículos.
- A automotora tem como veículo homólogo o autocarro, pois ambos se apresentam com capacidade de locomoção autónoma e se destinam basicamente ao transporte de passareiros.
- A automotora composta apresenta-se indiscutivelmente como uma derivação da anterior, assim, a sua congénere rodoviária é o autocarro articulado. Apresentam-se estes também com capacidade de locomoção autónoma, embora tecnicamente compostos, assumem-se com configurações geralmente inalteráveis durante a sua utilização no transporte de passareiros.

Caminho-de-ferro			
Tipologia	Descrição	Fig.	Homólogo rodoviário
Comboio	Composição de mercadorias		(Camião articulado)
Locomotiva	Brissonneau & Lotz		(Tractor)
Automotora	ME 51-53 com motor Chevrolet		(Autocarro)
Automotora composta	TGV Atlantique / TGV Thalys		(Autocarro articulado)
?	?		(Automóvel)
Estrada			
Homólogo ferroviário	Descrição		Tipologia
(Comboio)	Volvo FH12, 4x2, Cab L2H2		Camião articulado
(Locomotiva)	Volvo FH12, 4x2, Cab L2H3		Tractor
(Automotora)	Veiculo eléctrico israelita		Autocarro
(Automotora composta)	Volvo B 10 M articulado		Autocarro articulado
?	Aston Martin V12 Vanquish		Automóvel

Fig. 102

Análise comparativa entre veículos ferroviários e redoviários

Sem dúvida que, embora em termos técnicos existam automóveis no caminho-de-ferro, em termos culturais estes estão ausentes, ou seja não dispomos de soluções de carácter individual ou particular sobre carris.

Porquê este fenómeno, e que novos factores permitiriam ultrapassa-lo?

Consegue-se identificar vários factores. Tentar-se-á agora propor um breve enquadramento do cenário que impediu até ao momento esta "nova" possibilidade, que definitivamente colocaria o equilíbrio entre os meios rodoviário e ferroviário.

Basicamente nos primórdios acreditou-se nas virtudes do transporte colectivo, uma vez que o individual que ia surgindo, nos caminhos de terra batida, era caro e pouco eficiente. Com o desenvolvimento da rede rodoviária e o aumento do nível de vida, a par da desvalorização constante que o automóvel sofreu, esta alternativa tornou-se compatível com as possibilidades de um percentagem considerável da população, o que fez acreditar que seria o definitivo transporte terrestre do futuro. Entretanto o



Fig. 103
Autocarro
(automotora rodoviária)
Veículo *MAN* eléctrico

http://www.man.co.uk/

caminho-de-ferro com a introdução da alta velocidade vem alterar radicalmente o panorama. De qualquer forma estes sempre estiveram de costas voltadas, acreditando-se que um estado evolutivo anterior ao actual, tornava escassíssimas as condições de segurança se um veículo de um ambiente migrasse para o outro, isto é:

- Colocar comboios nas estradas, ou seja, composições de veículos articulados maiores e mais complexas que as existentes, apresentaria graves deficiências de segurança para esse veículo e para os outros, logo que assumiria uma escala descontextualizada para as infra-estruturas e revelaria enormes problemas de mobilidade, nomeadamente no campo da imobilização de emergência.
- Colocar automóveis no caminho-de-ferro criava fluxos de tráfego incomportáveis para os meios de controlo ou gestão dos sistemas, agravado pelo potencial de ineficiência de um condutor comum controlar o veículo, (pois em caso de imobilização ou acidente, os incómodos para a circulação serão potencialmente maiores, visto que os veículos não podem desviar-se para passar uns pelos outros. Podem ultrapassar-se somente em sítios dedicados para o efeito.)

Concluímos então que no estágio evolucional em que nos encontramos presentemente, mais "comboio" na estrada revela-se ainda problemático, não se prevendo a curto ou médio prazo, qualquer cenário onde a sua implantação trouxesse vantagens efectivas. Mas pelo contrário, torna-se aliciante o potencial que o automóvel apresenta no caminho-de-ferro, visto que através do funcionamento dos veículos em modo de piloto-automático, sob um modelo de gestão central de um sistema com controlo automático por satélite, resolveria as questões que nunca permitiram eficiência a uma abordagem deste tipo, até agora.

Com esta pretensão pretende-se pois estabelecer o equilíbrio entre o meio ferroviário e o rodoviário, os dois principais meios viários, assumindo-se a plenitude de equivalências e esgotando as potenciais combinações possíveis, no presente estado de alma da cultura viária. Mas talvez mais importante ainda, era considerar apenas um universo viário e não dois reinos litigantes na supremacia e hegemonia dos transportes terrestres.

Verifica-se agora que questões como a rapidez, a segurança, a ecologia, a saturação das vias rodoviárias, entre outras, merecem uma atenção urgente de modo a combater as falências que estes modos de transporte tem vindo a revelar.



Fig. 104
Automotora
(Autocarro ferroviária)
ME 51-53 com motor Chevrolet
Construídas nas Oficinas do Vale do Vouga

http://www.cp.pt/sobrenos/material/p_material.html



Fig. 105
Automóvel
Aston Martin V12 Vanquish

www.astonmartin.com

3.2.3 Metamorfose ou simbiose?

Considera-se então um "novo" veículo resultado de dois suportes até agora distintos: o caminho-de-ferro e a estrada. Torna-se assim legíitimo admitir que ao nível do meio houve simbiose na medida em que, ao associar as extensões de percurso (que só por si multiplicam significativamente a abrangência geográfica) cria-se uma outra vantagem indiscutível: a possibilidade de optar. Isto é, nos percursos em que temos vias paralelas[74], o utilizador tem a opção de utilizar qualquer uma das vias do mesmo sistema, consoante os fluxos de tráfego, os seus interesses imediatos ou as suas convicções. A vantagem é que não se verificou uma "metamorfose", pois esta certamente condenaria à nascença, logo por motivos económicos, o raciocínio proposto.

Esclarecido o meio, passemos às implicações deste sistema para os seus habitantes: os veículos. Aqui considera-se a questão mais complexa, pois se a abordagem se centrar neles próprios podemos afirmar que sofrem uma metamorfose, quer num momento inicial, (porque ao contrário dos seus "irmãos" convencionais, já são fabricados com próteses que lhes permitem habitar pacificamente no novo habitat), quer no momento da transição, em que impõem as suas aptidões e se transformam num veículo ferro-rodoviário (ou rodo-ferroviário). Mas se considerarmos ao nível dos seus utilizadores, que se crê ser até mais correcto, são simbióticos e não metamórficos, na medida em que personificam a associação de dois modos diferentes em que as vantagens resultantes revertem em benefício para todos.

Todos? Sim, todos os utilizadores directos do sistema que ganham em rapidez, conforto, flexibilidade, economia e segurança, e todos os outros, que beneficiam da redução dos custos "externos" da mobilidade, com destaque para a ausência de poluição, pois os veículos são eléctricos, logo não são agentes poluidores (ou não o são da mesma forma).

Podemos ainda acrescentar que os habitantes do itinerário rodoviário serão definitivamente favorecidos pela ausência desses veículos.

[74] Ferroviária e rodoviária, tal como em Portugal a Linha do Norte encontra-se paralela à Auto-estrada do Norte A1.

3.2.4 A vantagem da articulação "dual mode"

Passemos à construção de um raciocínio que permita determinar as virtudes da concepção de "dual mode" proposta no conceito híbrido.

É pacífico que, qualquer tipo de transporte por si próprio, quando completamente isolado, está em desvantagem em relação ao cenário de soluções multimodais, dentro das expectativas de mobilidade das sociedades contemporâneas. Por exemplo, se não houvesse bons meios de transporte para chegarmos aos aeroportos, as rotas aéreas nunca seriam sustentáveis. É claro que isto seria uma situação extrema, mas torna-se desconcertante, quando descobrimos exemplos reais, igualmente caricatos e bastante próximos. Apresenta-se o caso de quem tem o azar de escolher deslocar-se pelo caminho-de-ferro para Peniche. Se consultar os horários da CP descobre o apeadeiro Dagorda-Peniche[75]: Dagorda é a aldeia (minúscula) por onde passa a linha, Peniche é a cidade que personifica a estação e fica a mais de 20km. Não há táxis e tão pouco autocarros de correspondência, mas é claro que, no nosso processo evolutivo mantivemos as faculdades próprias de locomoção, mas nem sempre é oportuno esse recurso. A melhor solução, (para quem sabe), seria sair do comboio em Caldas da Rainha e então seguir no próximo autocarro para Peniche, mas a compatibilidade entre horários destes dois serviços, se houver, é puramente casual, portanto sem sistemas híbridos o melhor é mesmo ir de automóvel.

Esta "ratoeira", não é infelizmente um caso isolado na nossa "politica" de transportes, pois a mesma situação aconteceria se o passageiro saísse na estação Valado-Nazaré-Alcobaça, e quisesse ir para Nazaré ou Alcobaça ou se saísse em Marvão para ir para Castelo de Vide.

Não restam grandes dúvidas que a intermodalidade é o futuro. As vias e os meios de transporte não podem entrar em disputas mesquinhas e sim complementarem-se mutuamente, de forma a garantir a sustentabilidade a longo prazo das expectativas de mobilidade.

Neste estudo assumimos a ambição de ir mais além, isto é, sem qualquer prejuízo, ou contradição com o anteriormente referido, num único meio de transporte garantir dele com ele próprio, elevados índices de eficiência numa alargada gama de utilização. Ou seja, o mesmo encarnar uma

[75] Km 98 Da Linha do Oeste

dupla personalidade, em que se revela vantajoso em serviço urbano de ligação *(transfer)*, da mesma forma que se apresenta como um muito competitivo veículo de alta velocidade.

Vejamos um exemplo: é possível partir da residência com o económico e não poluente veículo automóvel, chegar à estação de interface mais próxima e seguir sobre carris em forma de veículo ferroviário de alta velocidade até outra cidade ou país, e depois seguir no mesmo económico e não poluente veículo automóvel até ao local exacto de destino. Tudo isto sem transbordos, sem incompatibilidades de horários, com a vantagem de o grosso da viagem não ser ocupada na condução, libertando-se assim o utilizador para outras tarefas. Este cenário apresenta enormes ganhos sociais, embora difíceis de contabilizar, garantindo sem dúvida um incremento na produtividade individual e da sociedade onde o indivíduo estiver inserido. Por outro lado, somam-se as vantagens do simples facto de haver menos poluição, menos congestionamento e menos probabilidades de acidentes, isto é reduzem-se os custos externos.

Sem prejuízo, este cenário pode assumir outras nuances, na medida em que, na ausência da posse do veículo, poderia ser usado qualquer outro meio de transporte até ao interface, e ai alugar a uma empresa de *Rent a Car*, um híbrido, somente para o percurso ferroviário ou para o percurso total, que poderia mais tarde, ser entregue nesse ou noutro ponto de interface.

Fig. 106
Veículo que assumiu, no devido contexto, um papel definitivamente híbrido
Mercedes 220 SEb

007 James Bond Octopussy, 1983



3.2.5 Complementaridade aos sistemas de transportes actuais

É importante agora frisar que, é completamente descartada a pretensão de assumir que o sistema proposto, possa substituir os sistemas de transporte actuais, ou mesmo somente qualquer um deles. Consideramos que a vocação destes híbridos se resume a uma postura de complemento, e só isso, acreditando que qualquer outra atitude não faria sentido, sendo até completamente descabida no contexto político-económico a curto e médio prazo. Consideramos de uma forma muito serena que o potencial deste projecto assenta no investimento significativamente inferior em estruturas físicas de funcionamento, relativamente a outra solução que necessitasse de infra-estruturas novas e dedicadas.

Esta tipologia de veículos circularia em vias que, já existentes e habitadas por outras "espécies", as quais deveriam habitar harmoniosamente com os seus novos "colegas" e não fomentar, mais fundamentalismos sustentados em purismos incomportáveis e que nada têm a ver com a realidade.

De qualquer forma não seria justo de apelidar os novos híbridos de "parasitas do sistema", porque estes não têm como filosofia esgotar os recursos, mas sim optimizá-los e rentabilizá-los, de forma que podem, se obtiverem sucesso, certamente reforçá-los e revitalizá-los. Num cenário de sucesso, quando o sistema agora proposto tivesse gerado massa crítica que justificasse novos investimentos em infra-estruturas, podia-se articular a rede viária de uma forma bastante mais orgânica, através da expansão de vias "híbridas" (por exemplo, auto-estradas com uma faixa ferroviária destinada aos híbridos), vias que, de resto, nunca seriam tão caras como as da infra-estrutura exclusiva para caminho-de-ferro tal como hoje o concebemos.

3.2.6 O colectivo individual

Uma das primeiras críticas que se poderia esperar, e seria com certeza justa, se o problema se resumisse a isso, era que, a implementação de um sistema deste tipo, ao incrementar as possibilidades e as condições à utilização do veículo individual, estaria a fomentar o aumento desta tipologia de transporte, o que implicaria certamente acrescidos congestionamentos de tráfego nas cidades.

Uma abordagem imediatista nestes termos não pode ser considerada válida porque encara simplisticamente uma problemática muito mais complexa do que somente a quantidade de automóveis na rede viária.

Há que ter em conta a qualidade e não apenas a quantidade de automóveis.

Consideramos aqui qualidade, em primeiro momento, num contexto ecológico, logo que estes, para além de serem menos poluentes a nível sonoro, são-no também a nível de emissões de gases nocivos, pois simplesmente não os emitem[76], para além da melhor performance energética do motor eléctrico em relação ao motor de combustão. Acreditamos que se justifica como princípio de abordagem, a aposta na qualidade. Mas mesmo assim, considerando que não se propõe somente veículos individuais, antes pelo contrário, propõe-se sim abrir novos corredores às tipologias rodoviárias, independentemente se são veículos de passageiros ou mercadorias, individuais ou colectivos. Poderão ser "comboios" de "camiões" ou "autocarros".

É legitimo então estabelecer um paralelo entre, o significado a nível de quantidade de veículos desta proposta, e a execução de novas "auto-estradas" ou a criação de mais faixas de rodagem nas existentes. Se o efeito é semelhante - o investimento em infra-estruturas é que pelo contrário não tem a mínima comparação. Então o argumento levantado no início deste momento torna-se realmente inconsistente, na medida em que, por essa perspectiva, jamais se ampliaria ou construiria alguma auto-estrada.

Mas mesmo assim reforça-se a pertinência da validade do conceito, na medida em que um dos pilares deste projecto é a possibilidade de

[76] Não há emissão de gases nos locais de utilização, vias e cidades, mas não se pode ignorar que haverá sempre prejuízo ambiental no local ou locais onde é gerada e por onde é transportada a energia eléctrica.

reconstruirmos "comboios" através de veículos individuais invertendo definitivamente o conceito de modelo limitado de transporte individual.
Isto é, admitindo a existência de um canal horário disponível num determinado momento, e que a sua utilização representa custos, estes podem ser divididos pelos vários veículos que o utilizam em simultâneo, sem ter de usar canais horário diferentes. Assim garante-se uma rentabilização muito aceitável dos recursos, pois se considerarmos uma composição ferroviária, sub-lotada, teremos um peso por passageiro por quilometro muitíssimo mais elevado do que se os mesmos passageiros seguissem em meia dúzia de veículos individuais. Isto representa custos de viagem que terão que ser suportados e que definitivamente não criam riqueza, muito antes pelo contrário.

	Nº lugares	Peso (kg)	Peso/passageiro (kg)
Veiculo genérico particular	5	2000	400
TGV Atlantique	485	444000	915
TGV Eurostar	766	752000	982
Fiat Pendular da CP	301	298300	991
TGV Thalys	377	383000	1016
ICE 3	404	435000	1077

Fig. 107
Relação da peso do veículo por passageiro transportado considerando lotação máxima

Este ponto merece uma comparação entre um possível veículo genérico particular, (admitindo-se quer a lotação, quer o peso uma relação entre infinitas possíveis)[77] com comboios que circulam diariamente nos caminhos-de-ferro europeus. A conclusão mais imediata que podemos tirar é: nos veículos ferroviários de alta velocidade que actualmente se apresentam disponíveis, para cada passageiro a transportar é necessária aproximadamente uma tonelada de massa de veículo. Este valor, considerando uma taxa de ocupação de cem por cento, não se considera exagerado, mas se considerarmos taxas de ocupação inferiores a cinquenta por cento, as proporções começam a ficar evidentemente desfavoráveis, abrindo perspectivas para soluções "light" que possam conseguir rácios mais favoráveis.

[77] Esta relação poderia ser mais favorável um veículo particular se considerássemos uma versão de sete, nove ou mais lugares, pois o peso não seria proporcional.

4 Desenvolvimento de um sistema de transporte híbrido

BIBLIOTECA F.E. PORTO

4 Desenvolvimento de um sistema de transporte híbrido

A abordagem neste momento caracterizar-se, acima de tudo, por uma tomada de consciência, de forma a compreender o "universo" em que o sistema se enquadra. Assim, poder-se-á assumir as problemáticas que lhe estão associadas e identificar os caminhos mais producentes, de forma a determinar sumariamente as coordenadas operativas que devem reger o projecto.

Desta forma procura-se garantir uma panorâmica útil no campo do design, sem entrar no "incontrolável" universo da tecnologia[1].

Serão equacionadas as potencialidades de articulação e mobilidade em circuitos urbanos com a possibilidade de desempenho a alta-velocidade em relações inter-urbanas, através de uma "interface" de utilização amigável, sustentada por tecnologias de ponta, em áreas como a telemática, electrónica, gestão de sistemas ou navegação por satélite. Procurar-se-á promover características de habitabilidade que proporcionem desempenhos muito satisfatórios em duas vertentes distintas, na de condução em circuito urbano e na de "navegação-automática" em que os ocupantes usufruirão, em viagem, de liberdade para desenvolver as mais variadas actividades.

[1] Procura-se evitar assim, a inconveniência de ultrapassar as competências do designer, deixando no "campo do aberto" questões tecnológicas como: concepção e geometria do traçado; perfil transversal, planta e perfil longitudinal; alinhamentos, curvas e curvas de transição; sobre elevação teórica, real e prática; comportamento estrutural de via; concordância de trainéis e os elementos de fixação; o balastro, etc.

4.1 Apresentação. Simulação sintética de utilização

No sentido de fornecer uma panorâmica de funcionamento, embora de uma forma sintética, que permita a criação de uma consciência sobre a abrangência do cenário proposto, passa-se a descrever, com recurso a uma simulação de utilização, o projecto deste estudo. Recorrendo-se à utilização de uma personagem fictícia, o Sr. X, num cenário geográfico que provavelmente nunca seria pioneiro, o nacional, mas que permite, por uma questão de proximidade ilustrar de uma forma mais directa aquilo que se propõe:

O Sr. X que residia em Braga, trabalhava na filial desta cidade de uma empresa sedeada em Lisboa. Entretanto o seu director informava-o da necessidade de se deslocar à capital, no sentido de ambos terem uma importante reunião, mas deixando em aberto a hora exacta desta, esclarecendo-o somente da sua urgência.

O Sr. X era uma pessoa que não gostava muito de viajar de avião, tinha também receio das viagens longas de automóvel, pois considerava seriamente a hipótese de adormecer ao volante e ter um acidente. Uma viagem de 350 km a 120km/h, mesmo sem paragens para descansar, ainda levava, na melhor das hipóteses 3 horas. A utilização de autocarro[2] está logo por si excluída à partida, porque há urgência, e isso implica rapidez. Por outro lado, não conseguia passar quatro horas sem esticar as pernas, nem era confortável trabalhar no seu portátil, encostado a um companheiro de viagem, que nem conhecia.

Após uma análise ao serviço ferroviário disponível pela operadora que explora o serviço nas linhas do Norte, do Minho e Ramal de Braga[3], constatara que teria um comboio dentro de uma hora. Era bastante aceitável, podendo então marcar a reunião para dali a três horas[4]. Mas tendo em conta que já eram 17:00, contabilizando o tempo da reunião e do jantar, que tradicionalmente seguir-se-ia, só encontraria disponível para regressar por volta das 23:30. Como a essa hora já não dispunha de nenhum comboio rápido para voltar para Braga, tinha então duas

[2] Consideramos aqui que o serviço de transporte em autocarro mantém características semelhantes ao praticado actualmente.
[3] Linha do Norte liga Lisboa ao Porto, Linha do Minho liga o Porto a Valença (até ao seu encerramento, seguia até Monção) e Ramal de Braga liga Nine a Braga, sendo então Nine a bifurcação entre a continuação da Linha do Minho e o Ramal de Braga. Ressalva-se que esta classificação é histórica, podendo portanto haver entretanto alteração nas nomenclaturas.
[4] Considera-se nesta simulação, já em funcionamento a linha de alta velocidade entre Porto e Lisboa, sendo o percurso do Porto a Braga em linha convencional.

alternativas: ou dormia num hotel e voltaria num comboio rápido pela manhã, ou seguiria no comboio camas nocturno, procedente de Sevilha com destino à Corunha, que embora confortável chegaria de madrugada. Mas qualquer uma destas opções não se mostrava muito aliciante, porque fazia mesmo questão de dormir em sua casa.

Sem dúvida que então, a melhor opção seria a utilização de um dos veículos híbridos de propulsão eléctrica que a sua empresa tinha à disposição dos seus funcionários, e que se encontrava disponível, para ser usado na sua deslocação a Lisboa.

Assim o Sr. X, utilizando o seu computador portátil, o seu telemóvel de 4ª ou 5ª geração, ou ainda qualquer outro artefacto tecno-protésico e que lhe garantisse o acesso à Internet, consultava, a página do operador das infra-estruturas ferroviárias portuguesas[5], no sentido de saber qual o próximo itinerário ferroviário disponível de Braga para Lisboa. O mais próximo era dentro de quatro minutos, mas seria impossível chegar à Gare de interface a tempo, então opta pelo seguinte, oito minutos depois deste, fazendo a reserva.

Conduzia até à Gare de Braga, estacionava o veículo na zona de embarque e esperava pelo sinal verde. Nestes breves segundos de espera, o sistema faria o *check-in* confirmando a marcha previamente reservada, inserindo os dados de registo[6] do veículo, e confirmando se este cumpria todas as condições necessárias para a utilização do sistema.[7]

Assim que recebesse indicação de avanço colocaria o veículo na interface e alternava o comutador de condução manual para condução automática, fazendo com que o sistema reconhecesse o mesmo como pronto para iniciar a viagem. A partir deste momento e até à chegada à interface de Lisboa, o Sr. X estaria liberto da responsabilidade de conduzir, podendo então preparar a reunião ou descansar, embora não dispusesse de muito tempo para tal, porque a 350 km/h, restar-lhe-ia somente uma hora .

No momento exacto, o sistema ordenava ao veículo o lançamento do pantógrafo[8], de forma a ser alimentado electricamente, já não pelas

[5] Caso se mantenha o nome actual seria a REFER

[6] Tais como matricula, registo de propriedade, seguros, inspecções actualizadas ou outras informações que se considere relevantes.

[7] O sistema recebe as informações do computador do veículo através de sistema rádio, confirmando então se as especificações técnicas do mesmo garantem o desempenho pretendido para a marcha solicitada, da mesma forma que através dum *chec-up* se certifica se todos os seus componentes e sistemas estão isentos de qualquer anomalia.

[8] É o dispositivo articulado concebido de forma a permitir o movimento vertical da paleta que sustenta as escovas e as suas montagens, que montado na parte superior de uma locomotiva eléctrica é responsável pelo contacto em tensão com o fio da catenária de forma a transmitir a corrente eléctrica aos motores.

próprias baterias, mas através da catenária[9]. O veículo inicia suavemente a sua marcha até atingir a velocidade de cruzeiro. Durante a viagem o nosso passageiro observava a rapidez com que ultrapassa em algumas estações, pelas linhas secundárias, alguns comboios convencionais que estavam parados a deixar e a recolher passageiros e híbridos que por terem optado por marchas mais económicas, aguardam a reabertura do seu canal



Fig. 108
Veículo privado no caminho-de-ferro

007 James Bond Octopussy, 1983

horário.

Foi entretanto cativado pela informação que o sistema enviou para o *display* do computador do veículo, confirmando a regularidade da viagem e a hora de chegada ao destino. Logo o Sr. X entreteve-se a navegar no mapa do percurso, disponibilizado pelo serviço, observando com entusiasmo a sua deslocação em tempo real, pois todos os veículos eram guiados por satélite, através do sistema *Galileu*[10], e a cada um era disponibilizada toda a informação sobre a sua marcha.

Entretanto a viagem ferroviária chegara ao fim, e o veículo era automaticamente encaminhado para a interface, imobilizando-se logo de seguida. Surgia então, no *display* do computador do veículo, o recibo digital com as informações sobre o montante debitado automaticamente, pela utilização sistema, da conta associada ao serviço. Com o sinal verde o nosso passageiro alternava o comutador de condução automática para condução manual e seguia, tal como se fosse num convencional automóvel até à sede da sua empresa.

[9] Sistema de suspenso de fios de com corrente eléctrica, que transmitem a energia aos comboios em circulação por meio de pantógrafos.

[10] Sistema europeu idêntico ao americano *GPS (Global position system)*, de radionavegação por satélite de envergadura mundial, de grande potencial para a gestão do tráfego e para a informação aos utentes da rede transeuropeia, mas que permite igualmente numerosas aplicações noutros sectores para além do dos transportes, sendo prevista a sua entrada em serviço em 2008.

Após a reunião, antes de ir jantar com o seu director, consultava novamente a página do operador das infra-estruturas, para reservar agora, um itinerário ferroviário de Lisboa para Braga. Como o regresso a Braga já não assumia o mesmo carácter de urgência, optava por uma marcha não prioritária, em que já não seguiria isolado, mas sim num comboio de híbridos, o que se tornaria significativamente mais económico.

Tendo então cumprido todas as obrigações que o trouxeram à capital, embora cansado, enquanto entrava com o seu veículo na interface, regozijava-se por, mesmo usando uma tarifa económica, estar sensivelmente a uma hora e meia *"de sono"*de sua casa.

Ao chegar a Coimbra, já em sono profundo, nem se apercebeu da paragem técnica de dois minutos e trinta segundos, para a ultrapassagem de uma ambulância híbrida e de um mini-comboio de dois veículos que seguiam em marcha prioritária.

Mas entretanto, surgia um imprevisto devido ao mau tempo que se abatia na zona norte do país. Um raio acertara num posto de catenária[11], danificando-o de tal forma que implicara um corte de corrente eléctrica, delimitado pelas subestações eléctricas[12] adjacentes, entre as estações de Famalicão e Nine. Por azar o nosso passageiro e os seus "vizinhos" encontravam-se já dentro da área atingida, o que implicou a imobilização dos veículos e de todos os outros que também se encontravam nessa área. Mesmo assim, poderia ter corrido pior, mas, como não se encontrava nenhum comboio eléctrico, entre o seu Cantão[13] e a estação seguinte, somente um veículo com características idênticas ao seu, e aos dos seus "vizinhos", foi permitido a todos, comandados da mesma forma pelo sistema, deslocarem-se pelos seus próprios meios, (recorrendo às baterias eléctricas que lhes permitem a deslocação na rede rodoviária), seguirem até Nine. A partir dai tudo voltou à normalidade, tendo então o Sr. X chegado ao interface de Braga apenas com sete minutos de atraso.

Com este narrativa consideram-se enunciados os princípios orientadores deste estudo, tendo sido acima de tudo enfatizado o relacionamento entre

[11] Equipamentos eléctricos situados em pontos intermédios entre as subestações, que permitem alimentarem e pôr em paralelo as catenárias e assegurar a protecção, o isolamento, os abastecimentos auxiliares e as compensações da rede.

[12] Do lado primário, estão ligadas à rede de alta tensão, sendo a alta tensão transformada numa tensão adequada para os comboios e/ou convertida para um sistema de alimentação eléctrica adequado para os comboios. Do lado secundário, as subestações estão ligadas às catenárias.

[13] As linhas de caminho de ferro são normalmente divididas em segmentos, Cantões - Secções de via delimitada por dois sinais, duas estações ou automaticamente pelo movimento dos próprios comboios (detectados pelos circuitos de via nas suas extremidades) onde a cada momento apenas pode estar a circular um comboio, em circunstâncias normais.

o binómio sistema/veículo e o utilizador, sem dúvida a problemática que deve ser considerada nuclear nesta abordagem. Mesmo assim, procurou-se a sistematização dos recursos tecnológicos existentes, (e em fase de investigação), de forma a garantir *background* sustentado, enquadrando assim a maioria das particularidades do funcionamento do veículo em particular, e das possibilidades do sistema em geral.

4.2 As infra-estruturas (Optimização de recursos disponíveis)

Este estudo concentra-se num cenário onde existisse à priori uma rede viária composta por ruas, estradas e auto-estradas, no que diz respeito à vertente rodoviária, e linhas convencionais[14] e de alta-velocidade, relativamente à vertente ferroviária. Assume-se o espaço europeu comunitário como um lugar privilegiado, pois dispõe das infra-estruturas iniciais previstas e encontra-se num momento estratégico favorável, tendo em conta as orientações a curto e médio prazo da política europeia de transportes, já devidamente abordadas.

[14] Linhas onde são permitidas às composições ferroviárias velocidades até 250km/h

4.2.1 Infra-estruturas rodoviárias

Não está previsto qualquer investimento significativo em ruas, estradas e auto-estradas, porque para o íntegro funcionamento do sistema, não seria necessário alterações das condições disponíveis, com a excepção de intervenções pontuais ao nível do incremento ou requalificação das acessibilidades às estações ou aos pontos de interface rodo-ferroviários. De qualquer forma, prever-se alterações aos fluxos de tráfego nesses eixos, dependendo, agora não só das relações rodo-ferroviários clássicas, mas também dos níveis de adesão ao sistema aqui proposto. Mesmo assim seriam infra-estruturas que teriam um carácter estrutural "autárquico", desempenhando um papel complementar, não devendo pois ser consideradas como investimento directamente imputável ao desenvolvimento do sistema. Do mesmo modo, melhoramentos ao nível de traçado, ou dos aspectos de segurança das rodovias, justificar-se-iam por si próprios, tendo em conta o espectro rodoviário, assumindo-se como uma preocupação generalista, mas não fazendo também, especificamente parte das características intrínsecas do mesmo sistema proposto. Sendo assim torna-se legitimo considerar muito razoáveis, os eventuais encargos, respeitantes à parte rodoviária, que este poderia implicar. Nesta perspectiva iremos então concentrar-nos na componente infraestrutural ferroviária, definitivamente nuclear para a sustentação do projecto.

4.2.2 Infra-estruturas ferroviárias

Quando se pretende colocar os "automóveis" no caminho-de-ferro, não se pode ignorar as particularidades que caracterizam este "universo".
É então conveniente uma análise atenta ao seu *modus operandi*, de modo a garantir o melhor enquadramento, na medida em que a existência de características específicas merecem uma atenção especial.

4.2.2.1 A problemática da bitola

Uma questão que parece pacífica, a bitola[15], que embora se apresente compatível em grande parte do espaço europeu, sendo a sua medida estandardizada, apresenta divergências em vários países, destacando-se a ex-URSS e a Península Ibérica[16], apresentando esta ultima, um diferencial de 233 mm relativamente à "standard".
A "bitola russa" é por sua vez também diferente da "standard" e da ibérica, tendo o valor de 1524 mm. Esta bitola é utilizada em toda a ex-URSS, bem como nos países bálticos e na Finlândia
A Polónia, a Hungria e a Roménia também tem alguns quilómetros desta bitola, junto das zonas fronteiriças, como linhas de inter-penetração[17]. Nestes casos, a alteração para a bitola "standard" não apresentaria qualquer dificuldade, pois o número de quilómetros a ser convertido seria extremamente reduzido, mesmo na Polónia, que apresenta uma taxa de alteração inferior a 2%.
Já a Finlândia[18] sofre de um problema idêntico ao português, relativamente à medida da bitola. Para evitar o isolamento, seguiu a opção da ex-URSS, optando pela "bitola russa". Embora este país faça fronteira também com a

[15] Corresponde à distância entre as faces internas das cabeças de carril, medida a uma altura de 14,5 mm (± 0,5 mm) abaixo do plano de rolamento.
[16] A distância entre carris, em Espanha, é de 1668 mm e a europeia de 1435 mm. Portugal, por arrasto, teve que adoptar a bitola espanhola.
Esta medida teve enormes consequências económicas, e actualmente a Espanha está a pagar bem caro a escolha efectuada em nessa época, pois o tráfego ferroviário que mantém com a França é muito inferior ao que esta tem, em proporção, com cada um dos seus vizinhos.» Rui Rodrigues, «A mudança de bitola», 2002, pág. 28
[17] "Russian gauge" Poland [397km], Hungary [35km], Rumania [45km], Russia [158100km],
"Standard gauge" Poland [23857km], Hungary [km7508], Rumania [10860km], Russia [100]
[18] "Russian gauge" Finland [5924km], Sweden [2km]
"Standard gauge" Finland [- km], Sweden [11330km],

Suécia, a ligação ferroviária na fronteira *Haaparanda / Tornio*, encontra-se a uma latitude tão elevada, que acaba por não assumir uma importância determinante, encontrando-se numa área do globo relativamente despovoada e demasiado longe das capitais, Helsínquia e Estocolmo.

Complicado também, é o caso da Rússia, os seus aproximadamente 158000 km de "bitola russa", não permitem vislumbrar nenhum cenário de rápida conversão, estando a mudança de bogies[19] muito desenvolvida nas trocas de material circulante entre os países "standard" e os países ex-URSS.

Torna-se interessante constatar a importância que determinadas circunstâncias históricas tiveram nas decisões políticas, revelando-se algumas desastrosas, mas que só bastante mais tarde revelaram as suas deficiências. De qualquer forma só resta agora corrigir os erros do passado, a vizinha Espanha já esta a trabalhar seriamente no sentido de se compatibilizar ferroviariamente com o resto da Europa, deixando o nosso país numa situação que não lhe deixa alternativa a não ser seguir os mesmos passos. Segundo Rui Rodrigues, «[...] A Renfe[20] analisou possíveis soluções e, após estudos exaustivos, chegou à conclusão de que a forma mais simples e eficaz de resolver este grave problema será mudar, progressivamente, a bitola Ibérica para bitola europeia, usando travessas de dupla fixação. Estas possuem furos que permitem a fixação dos dois eixos dos carris, em duas posições distintas, permitindo adoptar a via com bitola ibérica ou europeia. Nas linhas novas, estas travessas podem ter a bitola ibérica, permitindo uma fácil reconversão para a europeia, quando chegar esse momento e, nas linhas antigas, por onde passam muitos comboios, serão substituídas as travessas normais, por travessas de dupla fixação, progressiva e lentamente, ao longo dos anos efectuando-se de seguida a mudança como no caso anterior. [...]»[21].

Outra "solução" em desenvolvimento pelos espanhóis é introdução de intercabiadores que permitem a composições bi-bitola uma fácil e rápida passagem (sem ser necessário a imobilização dos veículos), da bitola "ibérica" para a "europeia" e vice-versa[22].

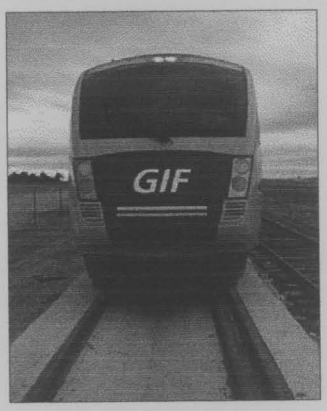


Fig. 109
Composição bi-bitola
Talgo

Foto de Carlos Cipriano
gentilmente cedida pelo próprio

[19] Estrutura que suporta os eixos das rodas e os componentes de suspensão, estabelecendo a ligação com o veículo ferroviário através de um pivot central, sendo usadas na maioria dos casos duas por veículo.

[20] Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles.

[21] Rui Rodrigues, «A mudança de bitola», 2002, pág. 28

[22] «Até agora, só os comboios *Talgo* usava este sistema nos comboios-hotel que diariamente atravessavam os Pirinéus, e têm de se adaptar à bitola "europeia". Também na linha Madrid – Sevilha, construída em bitola "standard" os *Talgo* adaptam os rodados para poderem circular e servir outros destinos da rede ferroviária espanhola. Mas a passagem pelo intercambiador tem-se mostrado lenta, uma vez que é necessária um locomotiva para empurrar a composição.» Carlos Cipriano, «Primeira linha do mundo de alta velocidade para 350 km/h. Madrid – Barcelona de comboio em 2h30», in: *Público Economia*, 22 de Abril, 2002, pág.20

Desta forma constatamos que a urgência desta compatibilização reforça o potencial do cenário necessário para a implementação do sistema deste estudo.



Fig. 110
Intercabiador de bitola

Foto de Carlos Cipriano
gentilmente cedida pelo próprio

4.2.2.2 Gabarito e carga máxima por eixo admissível

Entende-se por gabarito ferroviário, o perfil em altura e largura (dimensões máximas admissíveis), que uma composição ferroviário não poderá ultrapassar, sendo garantido assim a isenção de obstáculos, para que possa se deslocar livremente em segurança.

A carga máxima por eixo admissível, refere-se ao peso máximo que cada eixo de um veículo ferroviário pode colocar na via.

Embora se considere que estes factores não assumem uma importância de destaque no sistema proposto, torna-se pertinente a consciência da sua existência.

Uma vez que se propõe veículos "descendentes" do universo rodoviário, quer a sua massa, quer as suas dimensões, habitualmente caracterizam-se por valores consideravelmente inferiores aos homólogos ferroviários. Mesmo algumas discrepâncias na rede ferroviária europeia[23], não atingem valores de diferencial que pudessem implicar quaisquer restrições nos veículos híbridos.

Da mesma forma, as variações de **carga máxima por eixo admissível** na rede ferroviária europeia[24] admitiriam certamente o híbrido mais pesado.



Fig. 111
Mapa dos diferentes gabaritos e cargas máximas por eixo admissíveis

AAVV, *Vers un espace ferroviare européen intégré*, s.d.

[23] A Península Ibérica, o Reino Unido e a Finlândia, utilizam um gabarito diferente do "standard.
[24] Este valor é aproximadamente compatível, com as excepções do Reino Unido, Itália, Áustria e Grécia.

4.2.2.3 As catenárias e o sistema eléctrico

Analisando as linhas ferroviárias europeias, embora se esteja a caminhar a passos largos para uma uniformização, a realidade, é que dentro de um sistema idêntico de caminho-de-ferro, existem inúmeros subsistemas distintos entre si.

Na Áustria, Alemanha, Suécia e em Espanha seria «[...] necessário mudar a catenária nas linhas adaptadas[25] e de ligação[26], assim como nas estações, a fim de respeitar os requisitos do pantógrafo europeu normalizado de 1600mm[...]»[27], na Bélgica «[...] nas linhas de alta velocidade, as zonas neutras[28] não são compatíveis com o requisito de distância, de mais de 143m entre três pantógrafos e entre as linhas de alta velocidade e as linhas adaptadas não há um controlo automático para activar a abertura do disjuntor principal nos veículos de tracção. [...] Em alguns troços de linha, debaixo de pontes, a altura do fio de contacto não respeita os requisitos mínimos. [...]»[29]

Na França «seria [...] necessário alterar as catenárias para satisfazer os critérios em matéria de captação de corrente e comportamento dinâmico nas linhas de corrente alternada. Nas linhas de alta velocidade, as zonas neutras não são compatíveis com a norma de distância acima referida. [...]» Na Grã-Bretanha, «[...] na prevista *Channel Tunnel Railway Line* (CTRL), poderá ser necessário adaptar as zonas neutras de acordo com as especificações. [...] Na West Coast Main Line (WCML), a geometria da catenária e o gabarito dinâmico baseiam-se no gabarito UK1 e são tratados como um caso especial. A altura variável do fio de contacto pode ser mantida para velocidades até 225 km/h e o esforço de contacto médio será ajustado de modo a cumprir os requisitos de captação de corrente da norma EN 50119, versão de 2001, nº 5.2.1.»[30].

A interpretação destes dados permite logo duas abordagens distintas:

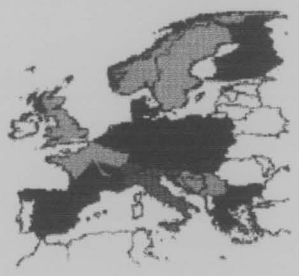


Fig. 112
Mapa dos diferentes tipos de pantógrafo

AAVV, *Vers un espace ferroviare eropéen intégré*, s.d.

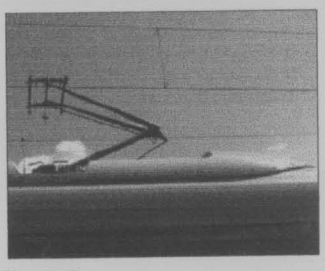


Fig. 113
Pantógrafo alemão *DAS 380 D* e linha de catenária.

SCHULZE, 2001

[25] Linhas antigas mas adaptadas para alta velocidade
[26] Linhas de ligação entre as linhas convencionais e as de alta velocidade.
[27] AAVV, Especificação técnica de interoperabilidade relativa ao subsistema "energia", Interoperability of the trans-European high-speed rail system, http://europa.eu.int/comm/transport/rail/library/tsi/tsi4-pt.pdf, 2002, pág. 39
[28] Zonas da catenária isentas de corrente eléctrica, destinadas a separar diferentes zonas eléctricas.
[29] *Ibidem*, pág. 41
[30] *Ibidem*

- Uma primeira onde se constata que o sistema ferroviário europeu é uma completa confusão, tendo sido construído, sem que a compatibilidade tivesse sido considerada uma prioridade, antes pelo

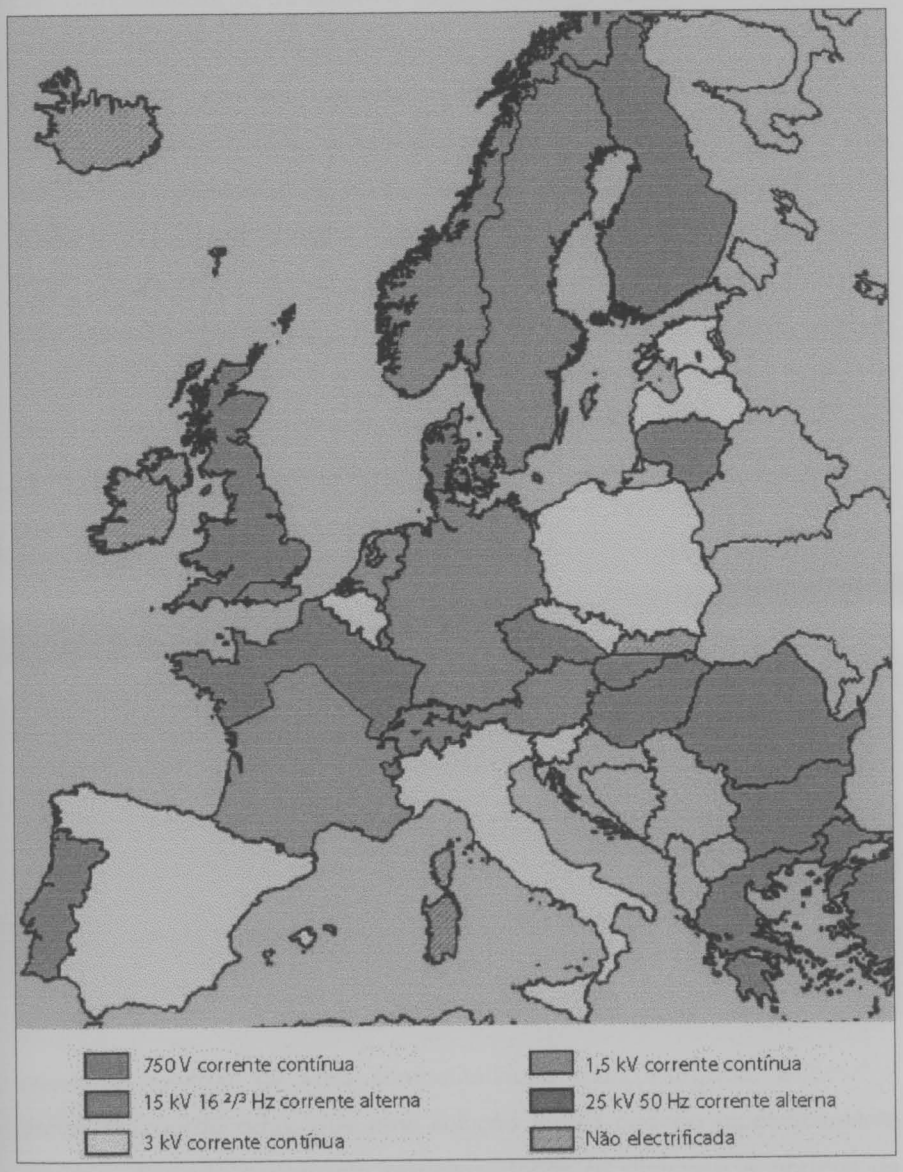


Fig. 114
Mapa dos vários tipos de corrente de catenária

AAVV, *Livro Branco — A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010*, 2001

contrário, a incompatibilidade era vista como uma garantia dissuasora, «[...] na Europa dos nacionalismos do século XIX, temerosos das invasões dos seus vizinhos»[31].

- Uma segunda, em que se torna claro que, embora se tenha que viver com os "erros do passado", para além da emergência socialmente e culturalmente constatada, da necessidade de harmonização, existe

[31] Carlos Cipriano, "Nas calmas a 300 à hora", in: *Pública*, nº192, 2000.
Embora alguns autores considerem esta tese, outros pensam que as questões defensivas não tiveram qualquer implicação neste facto mas sim as diferentes escalas tecnológicas e científicas. Cada país estava convencido que a sua solução era a melhor, face aos conhecimentos e tecnologias da época.

vontade política. Os estudos estão feitos e as normas estão estabelecidas, portanto o processo já esta em andamento, o que definitivamente aponta o caminho a seguir.

Esta compatibilização de sistemas segue em duas frentes distintas, por um lado, ao nível das infra-estruturas, em que as novas linhas ou as linhas requalificadas respeitam a normalização imposta, por outro, desenvolvem-se composições cada vez mais versáteis, embora esta versatilidade implique custos, mas permite, poderem-se transpor, cada vez mais fronteiras. Os TGV Eurostar, que conseguem ligar Paris e Bruxelas a Londres através do Túnel da Mancha «são comboios complexos devido à especificidade da rede inglesa e das medidas draconianas de segurança adoptadas para o túnel. Têm, alem disso, que "saber ler" a sinalização francesa, inglesa e belga, além de se adaptarem aos diversos tipos de corrente eléctrica, possuindo, até um anacrónico patim (como o metro de Lisboa) que capta a energia eléctrica em solo inglês.»[32]



Fig. 115
TGV Eurostar
Este comboio representa um exemplo de compatibilidade entre sub-sistemas ferroviários

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

Assumindo a hipótese de que, num futuro mais ou menos próximo, possamos usufruir de uma compatibilidade mais alargada, é possível definir as coordenadas, que uma solução motriz poderia hipoteticamente assumir, devendo certamente respeitar «todas as directivas e normas de regulamentação a nível de segurança, [...] protecção do ambiente e compatibilidade técnica»[33].



Fig. 116
TGV Thalys (PBKA)
1997
Reflectido num *ICE* em Munique em 12/04/97
Os novos "ramos" do *TGV* estão preparados para circular sob quatro voltagem diferentes: 25kv AC 50Hz (França e LGV belga), 3kV DC (Bélgica), 1.5kV DC (Países-Baixos) e 15kV AC 16 2/3 Hz (Alemanha)

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

[32] *Ibidem*
[33] AAVV, Especificação técnica de interoperabilidade relativa ao subsistema "energia", Interoperability of the trans-European high-speed rail system, http://europa.eu.int/comm/transport/rail/library/tsi/tsi4-pt.pdf, 2002

4.2.2.4 Sistemas de sinalização e cantonamento

A sinalização utilizada no espaço ferroviário europeu, da mesma forma que outras características, como bitola, corrente de catenária ou gabarito, também compreende uma fragmentação de sistemas, com características distintas, para o desempenho de funções análogas.

Os sistemas de sinalização estão também abrangidos pelo esforço de padronização técnica encetado em 1996 com a directiva 96/48/CE relativa à "interoperabilidade" da rede europeia de alta velocidade. Nesse sentido encontra-se em desenvolvimento um sistema inter-operavel de sinalização, controlo e gestão de tráfego ferroviário a nível europeu. O ERTMS/ETCS[34], compreende o sistema de controle ferroviário europeu, um sistema de telecomunicações por satélite para caminho-de-ferro[35], e um sistema de gestão do tráfego.

Estão a ser realizadas experiências de certificação em vários países[36] , mas prevê-se que a primeira linha europeia de alta velocidade completamente equipada com o novo sistema seja a que vai servir a ligação *TGV Est Européen*, que em 2007, ligará tempo Paris - Estrasburgo.

Este sistema deriva do já banalizado CTC[37], que assenta no principio do cantonamento fixo, que acompanhou o caminho-de-ferro praticamente desde os seus primórdios.

Na técnica de cantonamento, «a segurança da circulação assenta no principio da proibição da ocupação, de um dado cantão, por mais de uma composição, sendo cantão uma determinada porção de linha férrea, limitada nos seus dois extremos ("entrada" e "saída" do cantão) por dois sinais[38] ou estações. A obediência a esse principio asseguraria a impossibilidade de colisão, já que, não havendo proximidade de física não pode obviamente haver colisão.»[39]



Fig. 117
Mapa dos diferentes tipos de sinalização

AAVV, *Vers un espace ferroviare eropéen intégré*, s.d.

---

[34] European Rail Traffic Management System / European Train Control System
[35] GSM-R
[36] França, Alemanha, Áustria, Espanha, Itália, etc.
[37] *CTC - Centralised Traffic Control* - É um sistema de controlo do tráfego centralizado num ponto, que permite o controle e gestão integral de uma linha ou de uma rede de linhas ferroviárias. Este sistema executa automaticamente o registo dos horários reais dos comboios, (para posterior análise), executa as "marchas" e cruzamentos, planeia os cruzamentos em casos de atraso, etc.
Um dos CTC português, encontra-se na estação da Pampilhosa, e controla a linha da Beira Alta, até à fronteira (cerca de 200 km).
[38] Actualmente estes sinais (semáforos luminosos, os mecânicos já entraram em desuso há bastante tempo) são usados somente em linhas de "baixa" velocidade. Isto porque, com a rapidez que as composições de alta velocidade circulam, tornaria inviável, a observação e cumprimento destes por parte do maquinista. Desta forma, em nas linhas de alta velocidade, foram abandonados os sinais laterais na via (substituídos por " bandeiras" metálicas azuis com um triangulo amarelo, mantendo o conceito de cantão fixo), sendo então o novo interface operativo do cantonamento, *dispays* nos painéis de comando das locomotivas, onde a informações é então apresentada.
[39] Maurício Levy, «A técnica de localização de móveis chega aos comboios», in: *Bastão Piloto*, nº 204, 1999, pág. 18

Através do sistema proposto neste estudo, potencia-se as novas possibilidades de interoperabilidade de sinalização, controlo e gestão de tráfego ferroviário a nível europeu, na medida em que o cenário compreende os requisitos mínimos para a sua implementação. Sem

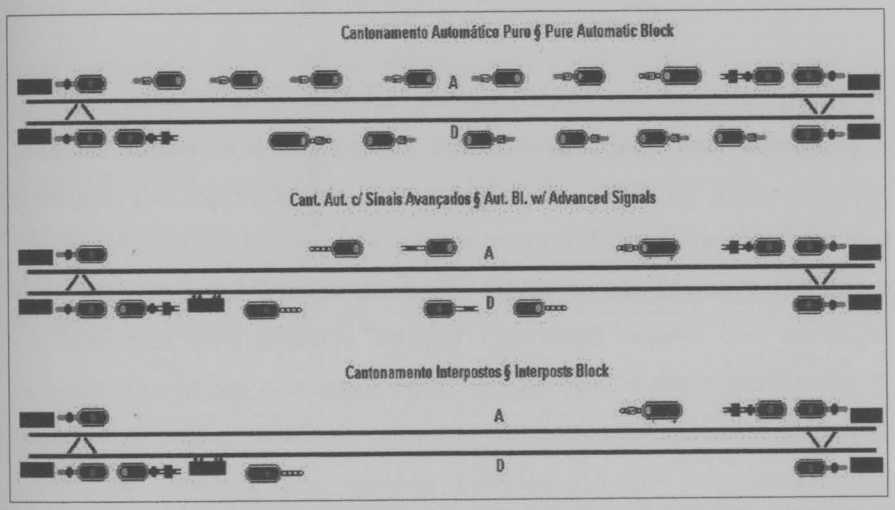


Fig. 118
Esquemas de cantonamento automático

http://www.zonaweb.pt/hjcl/files/Glossario.htm

prejuízo de tal, entende-se a possibilidade de incrementar esta operatividade com o complemento do controlo através da localização instantânea por satélite[40].

[40] Este processo será abordado no momento "Segurança e telemática e (projecto *Galileu*)"

4.2.3 Estações e pontos de interface

As estações e os pontos (áreas) de interface merecem uma especial atenção porque são objecto de uma mais aprofundada intervenção.

À luz deste programa, não faz sentido propor um "simples" ponto de interface rodo-ferroviário, porque uma estação deste tipo representa o princípio da expansão da intermodalidade. Implicará assim sempre "grandes" estações intermodais que assumem a disponibilização dos vários tipos de transporte terrestre possível[41]. Desta forma, enquanto até agora consideramos uma eficiente estação intermodal aquela que consegue articular o comboio, o metropolitano[42] ou eléctrico, o autocarro e o táxi (o barco ou o avião, caso haja um porto ou aeroporto), depois o "simples" ponto de interface de veículos híbridos, já por si representaria potencialmente, uma boa parte das tipologias colectivas ou individuais de transporte terrestre. Portanto, mesmo numa pequena cidade, que fosse servida por uma via ferroviária com características de interoperabilidade já devidamente caracterizadas[43], conseguia-se um leque bastante completo de serviços rodo-ferroviários.

Ao nível das infra-estruturas, os pontos de interface, seriam sem dúvida, o motivo duma mais complexa reestruturação, na medida em que teriam que suportar, para além dos serviços convencionais (relações ferroviárias e rodoviárias, tal como as entendemos hoje), "espaço" para os novos veículos híbridos.
O programa ideal seria certamente definido por estações ou pontos de interface projectados de raiz, mas na prática teria todo o sentido a reconversão de antigas instalações, de forma a potenciar a rentabilização dessas estruturas.
Tendo em conta que o conceito de bilhete de viagem é traduzido em dados digitais, não existindo portanto fisicamente, e o propósito de espera, pretende ser ultrapassado, não se justificariam novas instalações em

[41] Composições ferroviárias de longo curso (colectivas e particulares), suburbanas e metropolitanas, veículos rodoviários colectivos ou particulares, e os veículos de características híbridas que podem assumir praticamente todas as tipologias anteriores.
[42] Subterrâneo ou de superfície
[43] Mesmo que a linha férrea não permitisse alta velocidade, mas garantisse todas as condições para os veículos. (é usual, presentemente, os ramos do *TGV* e do *ICE*, para além dos percursos de alta velocidade pura, utilizarem vias adaptadas, que permitem, embora a velocidades bastante inferiores, produzir o chamado "efeito de leque", garantido a estações não servidas pela alta velocidade, o mesmo tipo de serviço, com a vantagem do tempo ganho anteriormente.)

"bilheteiras" ou "salas de espera". A filosofia da anulação dos transbordos (uma vez que o utilizador, pode permanecer dentro do seu veículo, durante todo o processo, de transferência entre os dois contextos: rodoviário e ferroviário) reforça esta ausência de necessidade.

Em situações de espera pela disponibilidade do canal horário, o utilizador, poderá, pacificamente usufruir das infra-estruturas de serviços já existentes (ou combinadas, no caso de a estação ser um projecto de raiz) para os clientes dos serviços "puros"[44]. No caso do utilizador optar por uma solução intermodal, usando então um transporte colectivo até ao interface e alugando ai, num modelo de *Rent a Car*, um híbrido (que poderia mais tarde ser entregue nesse ou noutro ponto de interface), usufruiria da mesma forma, das zonas comuns.

As infra-estruturas intimamente dedicadas aos híbridos caracterizam-se essencialmente por novos parques de estacionamento, ou expansão dos já existentes[45], e pela criação das zonas de interface.

As zonas de interface compreendem quatro momentos distintos: zona de acesso, zona de embarque, zona de interface e zona de ligação.

Zona de acesso – local onde os veículos aguardam que a informação de passagem à zona seguinte (embarque), surja no *display* do interface do veículo[46], podendo assumir as características de um parque de estacionamento convencional.

Zona de embarque – ponto onde os veículos aguardam o momento de passagem à zona de interface. Esta caracteriza-se por uma configuração de estacionamento em espinha[47], definindo portais numeradas de acesso à zona de interface[48].

Zona de interface – zona onde se procede a "metamorfose" do veículo[49]. A morfologia deste espaço define-se por uma zona onde os carris são embutidos no pavimento (da mesma forma que os dos eléctricos nas ruas actualmente existentes) e por possuir catenária.

[44] Átrios, salas de espera, serviços sanitários, depósitos de bagagem, postos informativos, serviços de restauração, outros serviços comerciais, etc.

[45] Entende-se esta necessidade na medida em que seria necessário albergar, as viaturas que ficariam estacionadas, enquanto os seus passageiros utilizariam outra tipologia disponível, os veículos que fariam parte de uma frota de aluguer (para quem não dispusesse de um híbrido) e para os veículos que chegassem com grande antecedência para a utilização de um canal horário (não sendo então viável a espera na zona de interface).

[46] O veiculo ao ter entrado nesta zona, confirmou automaticamente a sua presença no sistema de gestão e controlo. (sendo imediatamente executado o *check-in* da marcha previamente reservada, e *chec-up* para confirmar se este cumpre todas as condições necessárias para a utilização do sistema.)

[47] Esta configuração garantiria a possibilidade de, nu ultimo momento, anular a entrada no sistema.

[48] A partir daqui o veiculo comutaria para condução automática.

[49] Onde sobe o pantógrafo e altera a configuração das rodas.

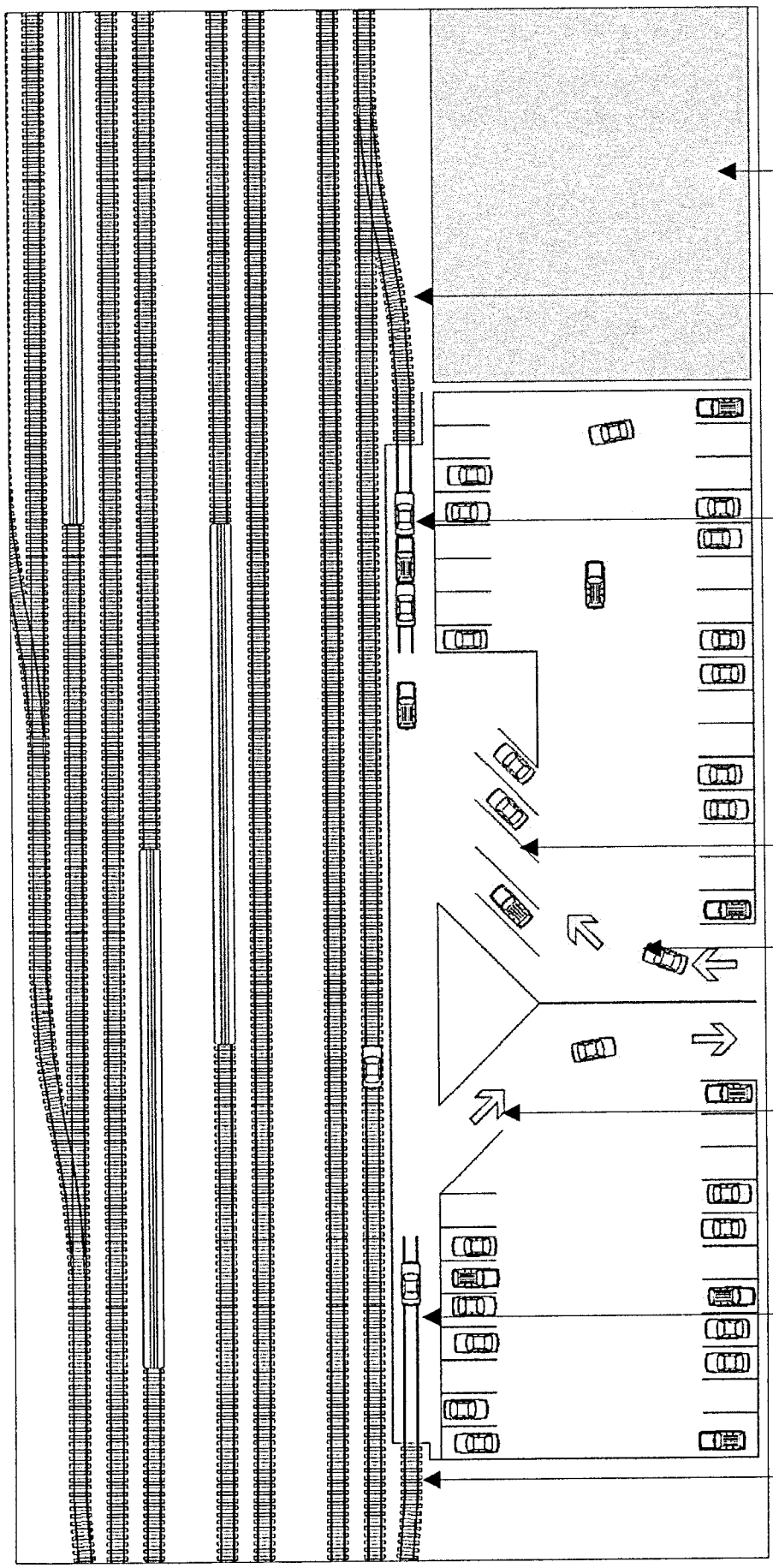
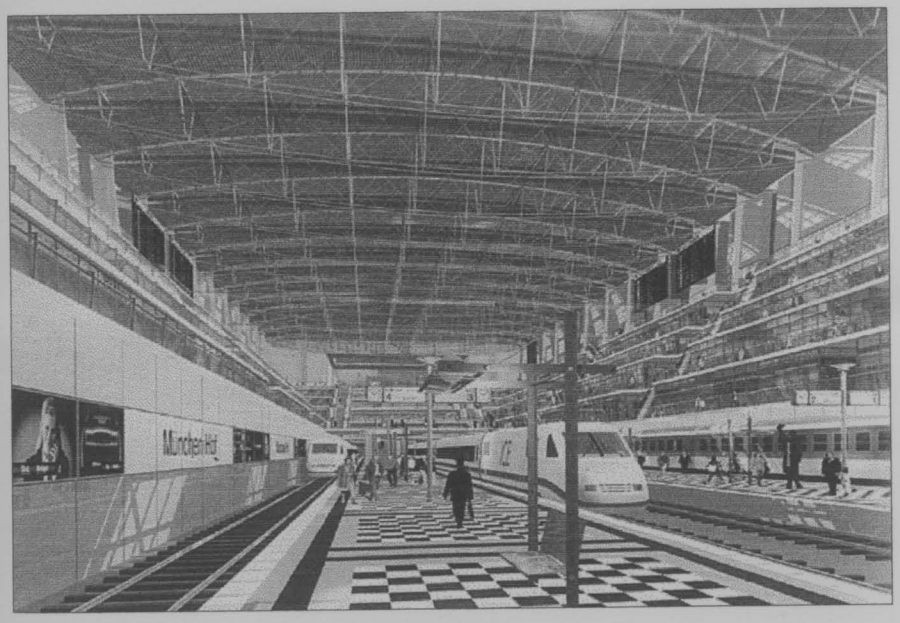


Fig. 119
Esquema genérico de ponto de interface

Zona de ligação – ramal ferroviário de ligação entre o zona de interface e a linha principal. A morfologia destes espaços, deverá respeitar o programa definido, em quanto que, no campo do projecto, podem adaptar-se às condicionantes do espaço em que se integram (preferencialmente em situações de adaptação a estruturas existentes), propondo-se o desnivelamento[50] como uma solução aceitável.

Parece aqui oportuno, uma referência ao projecto da nova estação de Munique, da autoria de Von Gerkan e Mark & Partner, em que se aproveita



o subsolo, "enterrando" as estruturas que não são relacionadas directamente com o utilizador. Este projecto, compreende uma importante requalificação de quatrocentos mil metros quadrados, numa área central relativamente à cidade, com o aproveitamento do solo, então tornado disponível. Importa dizer que a zona da gare, embora a trinta e sete metros de profundidade, não se configura como um túnel, mas sim como um imponente *Hall* iluminado pela luz solar, através do seu tecto de vidro[51].



Fig. 120
Estação de Munique
Zona a intervencionar

AAVV, «The new Munich 21 station», 1996

Fig. 121
Estação de Munique
Simulação do átrio da nova proposta

AAVV, «The new Munich 21 station», 1996



Fig. 122
Estação de Munique
Simulação aérea da nova proposta

AAVV, «The new Munich 21 station», 1996

[50] O complexo de interface poderia ser subterrâneo ou num piso superior à cota do solo.
[51] AAVV, «The new Munich 21 station», in: *domus dossier*, nº 4, Milão, 1996, pág. 66

4.3 O sistema

O sistema apresenta-se como a ponte entre o programa e o projecto. A sua função é contextualizar e tornar operativo o tipo de mobilidade ensaiado neste estudo. Desta forma procura-se enquadrar a "disponibilidade" [52] dos "objectos técnicos", os veículos, como elementos de um serviço global de transporte. O sistema assume então uma importância decisiva, ao garantir a integração dos componentes que o estruturam, construindo o conceito de serviço de transporte.

[52] Relacionada com o conceito de "disponibilidade" *(Zuhandenheit)* introduzido por Heidegger.

4.3.1 Automóvel ou comboio de automóveis

No momento em que se propõe um sistema, com o intuito de contribuir para uma optimização da rede de infra-estruturas viárias, o tributo para o descongestionamento, nomeadamente da vertente rodoviária, assume uma importância determinante. Neste sentido, acredita-se que o sucesso desta proposta está intimamente ligado à flexibilidade e capacidade de débito, que uma via poderá garantir.

Na medida em que se pretende escoar tráfego rodoviário por canais ferroviários, importa então, garantir um princípio de eficácia que justifique este propósito.

O tráfego ferroviário caracteriza-se pela atribuição de canais horários ás circulações, o que implica uma determinada cadencia, optimizada entre as necessidades impostas pela procura dos utilizadores e pelos constrangimentos de segurança e operatividade. Neste sentido, a optimização dos canais horários assume-se como um argumento fundamental na eficiência do sistema. Então, de forma a potenciar a capacidade de fluxo das vias ferroviárias, propõe-se a possibilidade de construir composições, através da acoplagem de vários veículos híbridos, invertendo definitivamente o conceito de modelo limitado de transporte individual.

Esta reconstrução de "comboios" através de veículos individuais, apresenta logo a vantagem inicial da flexibilidade, na medida em que a composição é automaticamente dimensionada às necessidades de utilização, reduzindo



consideravelmente os "pesos-mortos"[53] nas circulações. Mesmo que os híbridos, não operassem com a sua lotação máxima, não se verificaria uma desvantagem determinante, na medida em que os veículos ferroviários de alta velocidade actuais, apresentam uma relação aproximada na ordem dos mil quilos de massa de veículo por passageiro, para uma lotação completa.

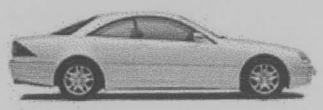


Fig. 123
A utilização de um híbrido isolado no sistema, justifica-se em casos de urgência, ou nas horas de menor procura da via.

http://www.mercedes-benz.co.uk/pc/index.html

Fig. 124
Composição de híbridos
Esta possibilidade permitiria a diluição do custos do aluguer e um canal horário pelos vários utilizadores, para além de multiplicar o débito da via.

http://www.mercedes-benz.co.uk/pc/index.html (alterada)

[53] Num "comboio" de híbridos, afasta-se a existência de veículos de grande porte sub-lotados.

Esta possibilidade, de se dispor de um "comboio", à medida das necessidades, representa então, uma vantagem significativa nas possibilidades, de um débito considerável de tráfego.

A gestão dos canais horários, que poderão apresentar uma frequência

Tempo 1 hora	Distancia de segurança	Veículos por canal horário	Débito de veículos por hora	Velocidade considerada
Rodovia				
3600 s	7,5 s	1	480	150 km/h
Ferrovia				
3600 s	150 s	20	480	300 km/h

Fig. 125
Comparação de débitos de veículos híbridos por hora para uma auto-estrada e para o caminho-de-ferro.
Considera-se uma via num sentido, com a manutenção da distancia ao veículo precedente de forma a permitir a imobilização em segurança.

inferior a dois minutos e meio,[54] (considerando o cantonamento dinâmico por *GPS*, também proposto neste estudo), podem garantir níveis de escoamento de tráfego idênticos a uma auto-estrada[55], mas com índices de velocidade e segurança manifestamente superiores. Este raciocínio compreende, entre outros factores, o respeito pelas distancias, em tempo, necessárias para estabelecer padrões de segurança fiáveis. Como no ambiente rodoviário os factores externos[56] podem fazer variar radicalmente "os tempos" de travagem, optou-se por considerar um valor referencial.

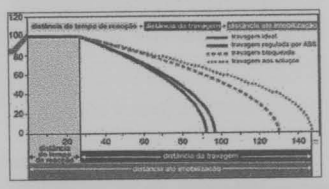


Fig. 126
Distancias de travagem em piso molhado (coeficiente de atrito 0,6μ)

http://www.dgv.pt/seg_rodo/cond_meteorologicas.asp

Não pode também passar despercebido, que enquanto no caminho-de-

Rodovia			
velocidade instantânea	distancia de imobilização	tempo em velocidade constante para a distancia de travagem	tempo para travagem com margem de segurança
100 km/h	150 m	5.4 s	5s ?
200 km/h	600 m	10.8 s	10s ?

Fig. 127
A velocidade multiplicada por dois significa o quádruplo da distância de travagem. O tempo da travagem mais o tempo de reacção do condutor (cerca de 1s) correspondem ao ponto de imobilização do veículo. A distância está dependente de outros factores como o estado do sistema de travagem e da estrada.

ferro as velocidades ponderadas são na ordem dos 300km/h, as das auto-estradas, reduzem-se para metade, 150km/h.

[54] Os intervalos de partida dos comboios *Shinkansen* são de cinco minutos o que permite um fluxo de doze comboios/hora em cada sentido, embora se garanta a viabilidade da sua redução. AAVV, *Shinkansen. Japanese Railway Technology: Matching challenges with achievements*, JARTS – Japan Railway Technical Service, http://www.jarts.or.jp/en/tech/sec01.html, 2002
Na alta velocidade as limitações de segurança determinam que «[...] apenas sistemas sofisticados com recurso a computação permitem baixar para três minutos ou para aquilo que se considera hoje como limite absoluto de segurança, que são os dois minutos e meio.» Maurício Levy, «A técnica de localização de móveis chega aos comboios», in: *Bastão Piloto*, nº 204, 1999, pág. 18

[55] Considerando os veículos híbridos, pois quando falamos de composições ferroviárias "tradicionais", a quantidade de veículos diminui claramente, mas o que não implica directamente menos passageiros transportados por hora

[56] O piso degradado ou sujo, a chuva, a neve e o gelo prolongam a distância da travagem

4.3.2. Segurança e telemática (projecto *Galileu*)

Uma forma de potenciar a performance e a capacidade de tráfego no ambiente ferroviário, sem investimentos em novas infra-estruturas, é reduzir ao mínimo possível o espaço/tempo entre as circulações. Este binómio espaço/tempo é constrangido basicamente pelo principio da segurança, traduzido no conceito de cantão, enquanto elemento de protecção da composição, já anteriormente introduzido.

O actual modelo generalizado define-se por cantões fixos, isto é segmentos de linha divididos por "balizas" geograficamente fixas[57], que consoante se encontram disponíveis ou não, gerem o avanço dos veículos. Este modo, não optimiza a gestão do princípio da manutenção da distancia que caracteriza a segurança ferroviária. Desta forma, a introdução de um cantão móvel, que acompanhasse instantaneamente a composição ao longo do seu movimento, permitiria ganhar espaço/tempo entre as circulações. Considerando o cantonamento de dois quilómetros, «quando o comboio está quase a sair (mas ainda dentro dele, nem que seja pelo último rodado da composição) temos quase dois quilómetros de linha (o comprimento do cantão menos o espaço ainda ocupado pela parte da composição que ainda lá dentro), inutilmente "fechadas" à circulação. Se o cantão fosse móvel, apenas a distância de frenagem estaria "ocupada" atrás do comboio. O seguinte "sabe" continuamente a posição do que o precede e regula a sua marcha por forma a manter a distancia de frenagem»[58], cumprindo assim os preceitos necessárias para impedir qualquer possibilidade de colisão[59].



Fig. 128
Sinalização lateral luminosa
Estes sinais são geralmente usados para o cantonamento em linhas de "baixa velocidade".

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/



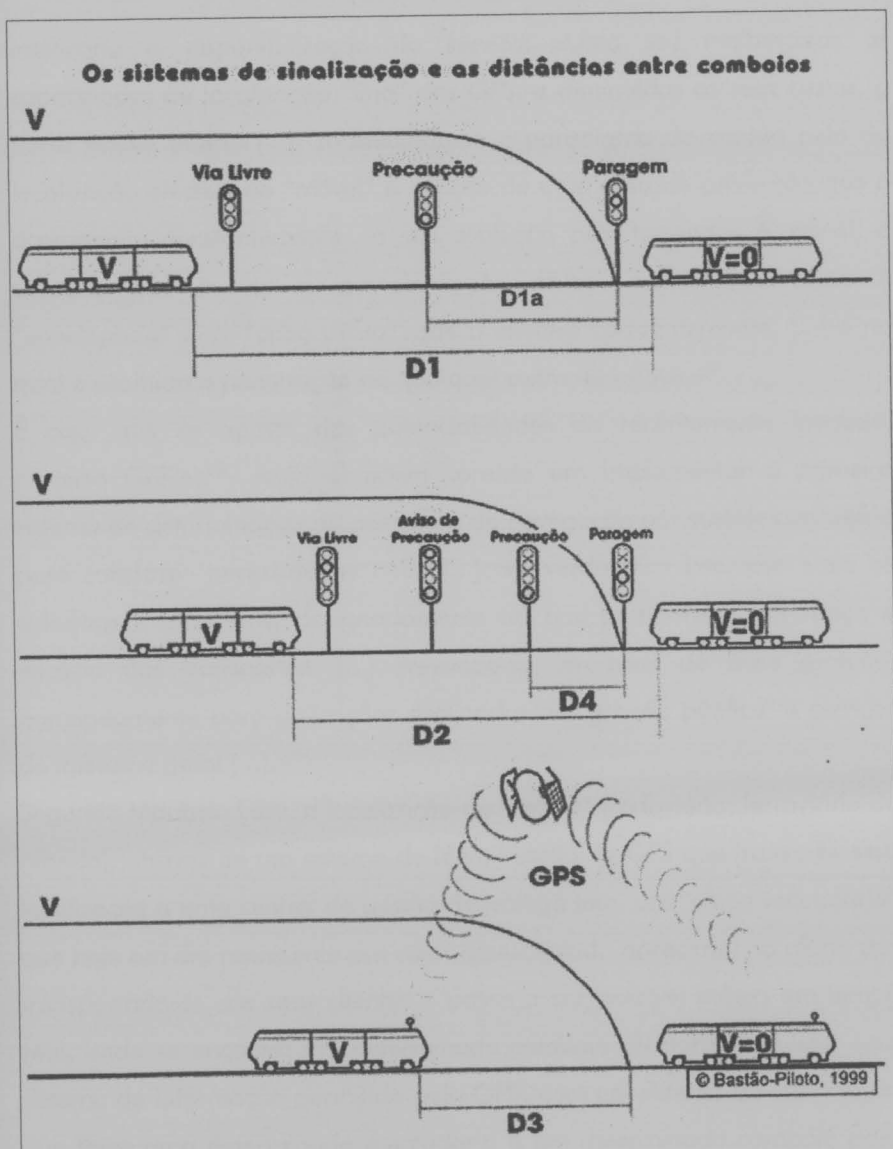
Fig. 129
DB AG ICE 3
Na alta velocidade o maquinista não tem tempo para "ver" os sinais laterais, sendo as informações de cantonamento, controle de velocidade, etc., monitoradas nos displays da cabine de condução.

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/

[57] «Embora o tamanho dos cantões não seja fixo, podemos considerar que, em média terão 1,5 a 2km de comprimento, dependendo das velocidades máximas e tipos de circulação autorizadas, das capacidades de frenagem dos comboios que circulam na linha, da própria topografia da linha no local do cantão, [...] etc.» Maurício Levy, «A técnica de localização de móveis chega aos comboios», in: *Bastão Piloto*, nº 204, 1999, pág. 18

[58] Maurício Levy, «A técnica de localização de móveis chega aos comboios», in: *Bastão Piloto*, nº 204, 1999, pág. 19

[59] É usual, para além do cantão "fechado" (sinal vermelho) onde se encontra a composição, o cantão imediatamente anterior assumir a posição de "pré-aviso" (sinal amarelo) e só depois então surgir o cantão "livre" (sinal verde). «Para velocidades superiores a 160 / 200km/h, costuma haver mais um cantão de "pré-aviso", [...] o que impede a circulação do comboio seguinte a velocidade máxima,



A vantagem do posicionamento em tempo real:
Nestes três esquemas é possível apreciar como a capacidade da linha depende fortemente do sistema de sinalização utilizado, por este influenciar o comprimento dos cantões. O primeiro ilustra o cantonamento automático clássico via livre – precaução – paragem. O comprimento D1a tem de ser algo superior à distância de frenagem dos comboios desde a velocidade V. No segundo esquema ilustra-se a variação do sistema anterior com pré-aviso de precaução. Como no sinal de precaução (imediatamente a montante do sinal fechado) o comboio já circula a uma velocidade mais reduzida, a distância D4 é nitidamente inferior a D1a (algo superior a metade de D1a). Nota-se que a distância do sinal de via livre ao comboio imobilizado neste caso (D2) é inferior ao 1º caso (D1), aumentando assim a capacidade da linha. O terceiro esquema ilustra a grande vantagem do espaçamento dos comboio por GPS: uma vez que a análise é feita em tempo real, a distância entre comboios (D3) é unicamente igual à distância de frenagem, mais uma margem de segurança. Em relação ao 1º caso observa-se que a capacidade da linha praticamente que duplica.



Fig. 130
Nos EUA, desde 1997 os comboios da *BNSF (Burlington Northern - Santa Fe)* e da *Union Pacific* são localizados por sistema *GPS*. Este fornece os dados necessários para que o sistema informático das locomotivas de ambas as redes (*PTS*) calcule a distância de segurança a que a locomotiva na qual se encontra instalado, deve circular em relação à composição que a precede, garantindo a regulação da velocidade concomitante.
Esta localização via *GPS* permite também ao *CTC* da companhia seguir a situação da sua frota de comboios.

http://www.toltecimages.com/trains/u.html

Fig. 131
Comparação da eficiência espaço/tempo entre os vários tipos de cantonamento:

- clássico via livre
- com pré-aviso de precaução
- por *GPS*

LEVY, 1999

A *SNCF*[60] investigou este principio, de localização de "móveis" por satélite *GPS*[61], denominando-o projecto *ASTREE*, há mais de dez anos, não tendo tido sucesso na altura, devido às limitações técnicas e aos custos que

por mais dois cantões, [...] chegando a ser cinco no caso dos comboios de alta velocidade como o *TGV* [...].» (neste caso, são desperdiçados três cantões, que a 2km cada um, implica 6 km de "espaço morto" para cada comboio) *Ibidem*, pág. 18

[60] Société Nationale des Chemins de fer Français

[61] *Global Position System*

implicaria a disponibilização do serviço. «Uma vez melhoradas as capacidades de localização "fina" dos *GPS*, e diminuídos os seus custos, a porta estava aberta [...], substituindo-se o paradigma do cantão pelo da localização efectiva do "móvel" e criação de uma área de protecção que o acompanha constantemente na sua evolução pelo terreno – é, afinal, a situação que se aplica na circulação aérea, onde cada avião é "envelopado" num "cubo virtual" que o envolve constantemente, [...] e no qual é proibida a penetração de qualquer outra aeronave.»[62]

É aqui que se aposta nas potencialidades do recentemente lançado, projecto Galileo[63], «cujo objectivo consiste em implementar o primeiro sistema de determinação da posição e de navegação por satélite concebido para satisfazer necessidades civis, [...]com verdadeiro interesse para os cidadãos e empresas, designadamente no que se refere à segurança e eficácia dos transportes. [...] Prevendo-se um nível de base gratuito, nomeadamente para aplicações destinadas ao "grande público" e serviços de interesse geral [...].»[64]

Segundo Maurício Levy, a localização do "móvel" (rodoviário, ferroviário ou híbrido), através de um sistema de identificação de *GPS* que transmite essa localização a uma central de gestão de tráfego tem, um "efeito secundário" que hoje em dia representa um valor acrescentado apreciável na oferta dos transportadores aos seus clientes – passa a ser possível saber, em tempo real, onde se encontra um determinado comboio. Bastara completar esse sistema de informação permitido pelo GPS, com um sistema de informação que ligue uma determinada mercadoria a um determinado comboio para passar a ser possível informar o cliente da exacta posição da sua encomenda e, por comparação com o horário teórico do comboio, saber se a entrega está atrasada, se segue o percurso previsto, etc. Esta nova disponibilidade, para além de ganhos de operatividade significativos no controle e a gestão das frotas, permite uma nova garantia de segurança, que marca um ponto de viragem na mobilidade contemporânea.

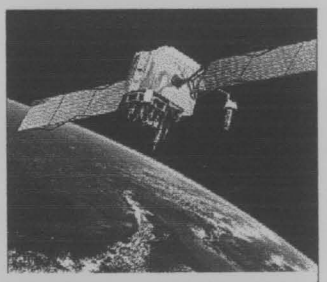


Fig. 132
O sistema *Galileo* assenta numa constelação de 30 satélites colocados em órbita a 24 000 km de altitude, cobrindo a totalidade do globo terrestre, com uma rede de estações de controlo em terra. Cada satélite está dotado de um relógio atómico de alta precisão na medição do tempo e permitirá localizar a posição de qualquer tipo de objecto, fixo ou móvel, com uma margem de erro de um metro.

http://themes.eea.eu.int/

---

[62] *Ibidem*, pág. 19

[63] Existem actualmente, a nível mundial duas redes de satélites de radio-navegação: o GPS americano e o Glonass russo, concebidos na época da guerra fria para fins militares; o segundo deixou, contudo, de estar plenamente operacional.

[64] «O projecto Galileo não é um projecto caro: o custo do investimento necessário – a repartir entre todos os países europeus - é, por exemplo, inferior ao custo de construção do novo terminal do aeroporto de Heathrow ou equivalente a 150 quilómetros de auto-estradas semi-urbanas e a sua montagem financeira, integralmente coberta pelo orçamento da União Europeia, não passará pela contribuição dos orçamentos nacionais. O sistema Galileo é um projecto vital para o futuro das indústrias de alta tecnologia europeias, que beneficiarão dos grandes mercados criados e de um progresso tecnológico essencial em termos de concorrência mundial futura[...].» AAVV, *Galileu. O projecto europeu da radio-navegação por satélite*, Direcção-Geral de Energia e transportes, Comissão Europeia,
http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/doc/galileo_info_note_2002_03_26_pt.pdf, 2002

4.3.3 Serviço de mobilidade

No início do século passado Dessauer já se preocupava com a disponibilidade dos objectos, afirmando que o importante não era o objecto em si, mas aquilo que podemos fazer com ele[65]. Mais tarde Maldonado, na mesma linha de pensamento afirma que «A observação desta evidência, deixa a descoberto o papel enganoso que tem tido e continua a ter o costume de pensar em certos objectos específicos quando se fala de certas necessidades específicas que devem ser satisfeitas: [...] nos automóveis em vez de na necessidade de se deslocar individualmente.»[66] Hoje, certamente as preocupações são as mesmas, devendo esta convicção ser fomentada, talvez ainda com mais entusiasmo.

Desta forma, pretendendo "soluções híbridas" e não "problemas híbridos", é importante definir as coordenadas que orientam a tipologia do serviço de mobilidade proposto. Este momento distingue-se, pela abordagem a uma relação nevrálgica no contexto do projecto: a relação directa entre o utilizador e o sistema, sendo então enfatizado o conceito de interface[67] defendido por Bonsiepe.

[65] «[...] A finalidade da produção de locomotivas, não é a locomotiva mas sim o transporte» Friedrich Dessauer, *Discusión sobre la Técnica,* 1973, pág. 142

[66] Tomás Maldonado, *El futuro de la modernidad*, 1987, pág. 134

[67] «A interface é o âmbito em que se estrutura a interacção entre utilizador e produto de forma a permitir acções eficazes. O design é, sobretudo, o projecto de interface"Las Siete Columnas de Diseño"». Gui Bonsiepe, *Del objeto a la interfase*, 1999, pág. 35

4.3.3.1 Modo de acesso - como e quando

Pode-se aceder ao serviço de qualquer sitio, à hora que se entender.
Dever-se-á para tal dispor de acesso à internet, através de qualquer "computador", seja portátil (palmtop, telemóvel), de secretária ou faça parte integrante do veículo. (As estações de interface e as agências de viagem serão outras opção de acesso).
O serviço telefónico (áudio), apresenta-se também como uma possibilidade. Embora não permita realizar a plenitude do processo, possibilita o "acesso", sendo completado através do sistema informático do híbrido utilizado.



O uso deverá estar disponível vinte e quatro, sobre vinte e quatro horas, de forma a permitir ao cliente / utilizador ter acesso às varias opções do serviço, garantindo a máxima operatividade.
As próprias estações de interface, só podem permanecer também, constantemente "abertas", na medida em que, um dos pontos fortes deste sistema é, não só propor desviar tráfego de pessoas e bens dos "espaços" congestionados, mas também procurar desviar a utilização das "tempos" saturados. As horas de menor fluxo de tráfego deverão assim ser potenciadas.

Fig. 133
Telemóvel
Uma das possibilidade de acesso.

http://cnet.search.com/search?q=nokia&channel=1&ref=wireless



Fig. 134
Computador de bordo
O veículo chibado garante, sem mais "artefactos" toda a operatividade do sistema.

www.fiat.com/main.htm

4.3.3.2 Princípios de funcionamento



Fig. 135
Computador portátil
O computador deverá ser a forma privilegiada de comunicação com o sistema, independentemente do aspecto e características que venha a ter no futuro.

http://www.amerinet-electronics.com/store/sonypcgz505js.html

O acesso ao sistema, permitido através do artefactos electrónicos descritos, é sustentado operativamente pela funcionalidade da interface, ou seja, segundo Bonsiepe, pela transformação da simples existência física em disponibilidade. Desta forma, independentemente do suporte utilizado, a interacção que garantirá ao utilizador "utilizar" o sistema dará acesso às informações, para tomar as decisões necessárias, de forma a assumir a contratualidade de utilização[68].

Esta interface deverá garantir toda a informação necessária para o

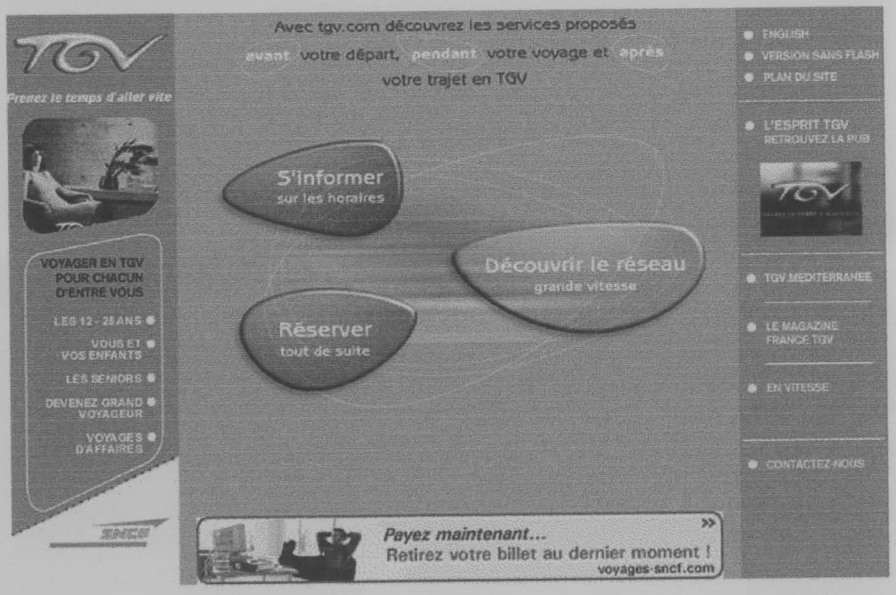


Fig. 136
A SNCF "convida" os seus clientes a adjudicarem o serviço pela internet.

http://www.tgv.com/homepage/index.htm

utilizador saber como, quando e de que maneira poderá usar eficazmente o sistema. Desta forma, para além das "normas" e dos princípios de utilização estarão disponíveis todas as informações que levarão o utilizador a "construir" a opção da modalidade que mais lhe convém.

Em termos operativos, o interface deve reger-se por um programa definido em diferentes áreas, especializadas na tipologia de assuntos, que no seu somatório garantem a disponibilidade integral do serviço. Esta disponibilidade regula-se por dois níveis distintos de privilégios de acesso: o público - disponível sempre e de qualquer ponto; o privado - disponível no momento da utilização efectiva do serviço somente no interface do veículo.

Então, das várias áreas passíveis de ser utilizadas, destacam-se pela sua importância, as seguintes:

[68] Enfatiza-se a utilização directa do sistema pelo utilizador, não se desenvolvendo o âmbito em que se interpõe um agente humano (agente de viagens ou serviço de atendimento nas estações de interface).

- Área de informação genérica (acesso público) – Deve resumir a operatividade do sistema e explicar sucintamente as possibilidades e as "regras" e identificar a abrangência "geográfica" de utilização.
- Área de informação especifica (acesso público) – Onde será apresentado com rigor e detalhe a disponibilidade e as condições de utilização.
- Área de pesquisa e reserva (acesso público) – Esta zona (interactiva) permite pesquisar os itinerários, confirmar a sua disponibilidade, definir o tipo de marcha e efectuar a reserva.

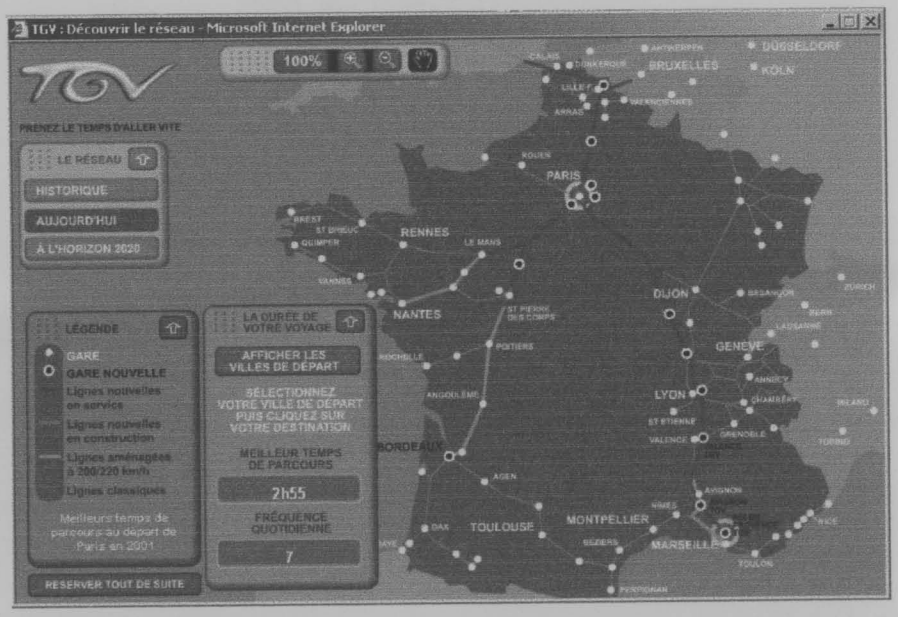


Fig. 137
Área on-line de pesquisa de itinerários da rede *TGV (SNCF)* Constata-se que em 19 de Novembro de 2002, a frequência da ligação Paris – Marselha é de 7 comboios *TGV* diários.

http://www.tgv.com/homepage/index.htm

- Área de adjudicação (acesso privado) – Só disponível no *display* do híbrido, é activada no momento da entrada do veículo no sistema (*check-in*). Confirma a marcha previamente reservada, os dados de registo e as condições de compatibilidade do veículo com o sistema, disponibilizando no término o "recibo" digital pela utilização do serviço.
- Área de informação privada (acesso privado) – Também só acessível através do *display* do veículo, controla e apresenta informações sobre a viagem em decurso.
- Área de informação "em directo" (acesso público) – Permite obter informações sobre as condições do tráfego "em directo" e saber onde se encontra um determinado veículo nem determinado momento[69].

[69] Este ultima possibilidade, por questões de privacidade, pode ser bloqueada pelo utilizador do veiculo, ao público em geral.

- Área de *links* relacionados (acesso público) – Permite acesso facilitado a serviços complementares.

O principio de utilização deste interface, revela afinidades evidentes a modelos, que já em utilização, garantem uma disponibilidade notável para o utilizador.

A reserva e a aquisição pela internet, encontram-se já banalizadas, a nível mundial, sendo um mercado em franca expansão. As empresas que

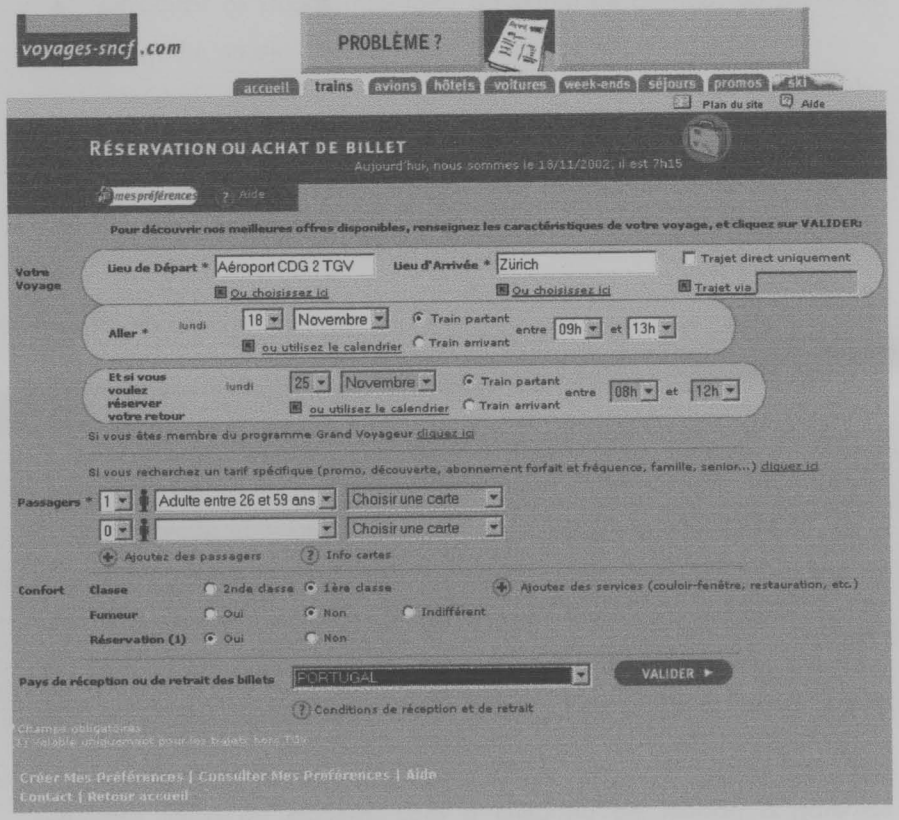


Fig. 138
Área on-line de reserva e adjudicação de bilhetes da SNCF

http://www.voyages-sncf.com/dynamic/_SvHomePage?_DLG=SvHomePage&_CMD=cmdHomepageUK&WR=HP

vendem produtos, geralmente fazerem-nos chegar a casa dos clientes, podendo então estes, sem sair de casa, adquirir o mais variado tipo de produtos ou serviços, o que apresenta uma grande comodidade. A *SNCF*, envia "gratuitamente" um serviço para casa, quando na aquisição de um bilhete de comboio, o tempo disponível entre a data da compra e a data da viagem, permite o envio por carta[70].

A interface de utilização do sistema proposto, permite então, ao potencial utilizador, informar-se, tomar decisões, reservar, adquirir e pagar o serviço, com a vantagem de, já em utilização, poder alterar as condições (por

[70] Quando não esta possibilidade se apresenta inviável, o bilhete deve ser levantado nas bilheteiras automáticas ou nos guichés das gares e lojas *SNCF*.

exemplo, alterar ou abandonar o itinerário inicialmente adjudicado), com as respectivas correcções nos custos.

Numa utilização *standard* do sistema, em que o utilizador já teria consciência das condições e das possibilidades genéricas de utilização, realiza-se uma sequencia lógico de acções e possibilidades, destacando-se os seguintes:

- Com os mapas e diagramas disponíveis da "rede", escolher o itinerário mais interessante para a sua deslocação.
- Introduzir os dados referentes ao ponto de partida, ao ponto de chegada, ao dia e à hora prevista de partida.
- Introduzir os dados referentes ao tipo de híbrido (ligeiro ou pesado)
- Escolher o género de canal horário pretendido (prioritário ou normal)
- Indicar a preferência por canal horário particular ou canal horário colectivo.
- Assinalar as paragens pretendidas (dentro das disponíveis), caso não pretenda um ligação directa.
- Avaliar a resposta do sistema: caso estivesse disponível um "serviço" que garantisse todas os requisitos exigidos, seria reservado imediatamente; caso não, construía-se um dialogo entre o utilizador e o sistema, baseado numa "negociação" entre as necessidades do primeiro e as disponibilidades do segundo. (O sistema sugeria aproximações quando não conseguisse satisfazer as solicitações do utilizador[71])
- Após consenso, confirmar a reserva.
- No inicio da viagem, com a chegada do híbrido à gare de interface, a entrada na zona de acesso permite ao sistema confirmar a marcha previamente reservada, os dados de registo[72] e as condições de compatibilidade[73] com o sistema (processo que se prevê praticamente instantâneo).
- O sistema envia a indicação de avanço, o que implica o utilizador conduzir o veículo até à zona de embarque.

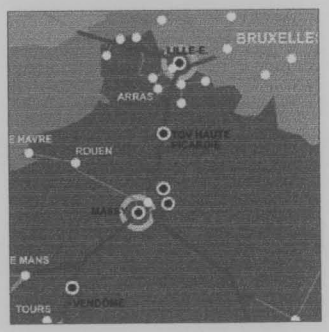


Fig. 139
Mapas e diagramas disponíveis da "rede", para escolher itinerários.

http://www.tgv.com/homepage/index.htm

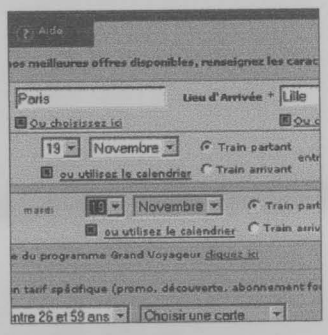


Fig. 140
Zona de introdução de dados para "negociar" com o sistema.

http://www.voyages-sncf.com/dynamic/_SvHomePage?_DLG=SvHomePage&_CMD=cmdHomepageUK&WB=HP

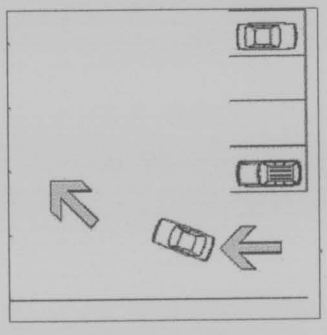


Fig. 141
Zona de acesso

[71] Com se considera uma rede viária integrada, o sistema poderia sugerir um desvio em determinada parte do percurso, pelo ambiente rodoviário (sendo disponibilizados dados sobre as condições previsíveis de tráfego), no sentido de evitar um "troço" já ocupado, para depois voltar a entrar novamente no caminho-de-ferro.

[72] Tais como matricula, registo de propriedade, seguros, inspecções actualizadas ou outras informações que se considere relevantes.

[73] O sistema recebe as informações do computador do veículo através de sistema rádio, confirmando então se as especificações técnicas do mesmo garantem o desempenho pretendido para a marcha solicitada, da mesma forma que através dum *chec-up* se certifica se todos os seus componentes e sistemas estão isentos de qualquer anomalia

- Na zona de embarque é comutada a condução manual para condução automática, fazendo com que o sistema reconhecesse o veículo preparado para iniciar a viagem.
- Em "piloto automático" o veículo segue até à zona de interface e na hora marcada, inicia a sua marcha[74].
- No caso de alteração de planos, o utilizador necessitar alterar ou abandonar o itinerário inicialmente adjudicado, poderá resolver, em marcha, essa situação[75].
- Durante a viagem é disponibilizado o acesso a todas as informações sobre a mesma, com a possibilidade de navegar no mapa do percurso, observando a deslocação em tempo real.
- Com a chegada à estação de destino o veículo é automaticamente encaminhado para zona de desembarque, sendo disponibilizado o recibo digital com as informações sobre o montante debitado automaticamente, pela utilização sistema da conta associada ao serviço.
- Coma indicação de comutação de condução automática para condução manual o veículo encontra-se novamente "fora" do sistema, seguindo agora independentemente deste pela rede rodoviária.

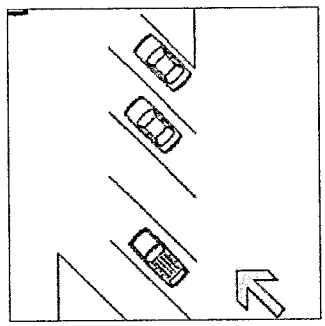


Fig. 142
Zona de embarque

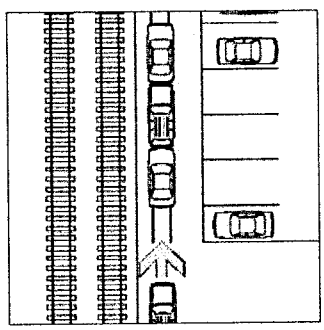


Fig. 143
Zona de interface (entrada)

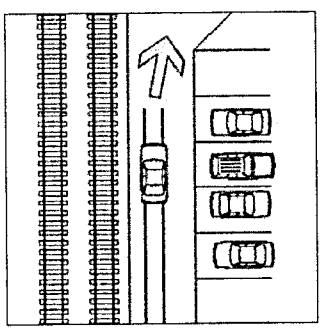


Fig. 144
Zona de interface (saída)

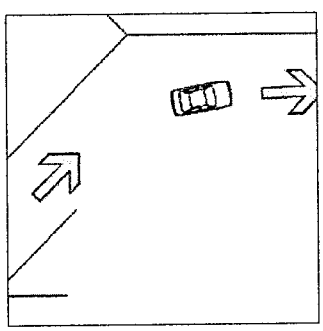


Fig. 145
Zona de desembarque

[74] Consoante o canal horário para o percurso adjudicado, seja particular ou colectivo, o veiculo segue isolado ou acoplado a outros.
[75] Será sempre garantida a saída na próxima gare de interface, o mesmo não se passando com um eventual prolongamento do itinerário, pois poderá não haver canal horário disponível. O caso de um saída "forçada" poderia implicar custos adicionais, na medida em que se fosse canal horário colectivo, iria "atrasar" os outros veículos que seguiriam acoplados, devendo este ser indemnizados por tal.

4.3.3.3 Canal horário e tipo de marcha

Por canal horário entende-se o espaço de tempo (poderá ser de dois minutos e trinta segundos) que vai estando disponível consecutivamente pelos cantões, de um ponto (estação) a outro ponto.

A atribuição dos canais horários é calculada e gerida pelo sistema que avalia a capacidade da linha e permite ou não a facultação destes. Esta disponibilidade, que considera, num primeiro momento, as questões de segurança, permite rentabilizar ao limite as possibilidades da rede abrangida. Considerando a prioridade das circulações de carácter "social", e dos serviços de urgência[76], a possibilidade de uso por um veículo privado encontra-se sujeita à capacidade disponível da estrutura[77]. De qualquer forma, considerando que a determinadas horas ou dias as solicitações são inferiores procura-se harmonizar a procura e manter a maior constância possível de utilização, rentabilizando assim o investimento, que é sempre assumido pela "sociedade"[78].

A disponibilização dos recursos do sistema e as opções dos utilizadores prevê-se serem também definidas pelas leis do mercado[79], isto na medida em que, assumindo a prioridade das composições colectivas de grandes dimensões (comboios, tal como os entendemos hoje), ficariam, também por questões económicas, as composições de híbridos sujeitas à disponibilidade permitida pelos primeiros. Estes dividiriam então (na utilização de um canal horário colectivo) os custos da adjudicação do serviço, pelo numero de veículos utilizadores. Isto implica que a possibilidade de "alugar" um canal horário para uma viatura híbrida isolada (na utilização de um canal horário particular), revela-se mais "apetecível" em horários de menor procura, onde a maior disponibilidade do sistema implicaria certamente preços mais acessíveis.

Prevê-se que a adjudicação dos canais horários possa ser sistemática ou pontual, isto é permita o aluguer de um canal, todos os dias à mesma

[76] Transporte de enfermos por ambulâncias, veículos de bombeiros, etc.

[77] Nas horas de "ponta", os serviços de carácter mais "social" deverão com certeza, senão esgotar, reduzir significativamente a capacidade do sistema para os híbridos individuais, em zonas mais saturadas geograficamente.

[78] Quando se constata, que a frequência da ligação Paris – Marselha é actualmente de 7 comboios *TGV* diários, (embora não sejam estes as únicas composições a passar pela linha) pressupõe-se a viabilidade da implementação desta proposta que completaria a oferta nas horas "mortas".

[79] Isto é, um canal horário de um determinado percurso, tem um custo (dependendo da hora, do dia da semana, da época do ano, etc.), cada tipo de composição sofre uma determinada portagem (passageiros, mercadorias, colectivo, individual), devendo o estado contribuir, como aliás já é politica comum, (em Portugal a TAP e a CP são consideravelmente apoiadas pelo orçamento público) para os serviços de carácter "social" e de altas performances ecológicas (prática já implementada na Alemanha).

hora, para um mesmo percurso (situação que acontece na prática com os comboios "normais" existentes), ou possa utilizar os tempos "abertos" para contratos pontuais. Da mesma forma acredita-se ser razoável a proposta para tipologias distintas de marchas disponibilizadas. Este princípio descende directamente da filosofia de definição de prioridades nas circulações no caminho-de-ferro actual, em que os comboios rápidos obrigam os "regionais" e os "mercadorias" a esperar nas estações por um canal horário[80]. Assim propunha-se marchas prioritárias ou económicas, em que as primeiras (consideravelmente mais caras), teriam prioridade sobre as segundas, nas "sobreposições" de canais horários - o veículo que circulasse numa marcha "lenta", sofreria a interrupção do canal horário (ficando imobilizado na estação, para ser "ultrapassado" pelo que seguia na marcha prioritária)[81].

Desta forma procura-se a máxima optimização do sistema viário, assumindo a *performance* do sub-sistema ferroviário um papel determinante.

[80] Esta realidade é particularmente evidente nas linhas de via única, onde os comboios só se podem "cruzar" nas estações.

[81] Estas situações, uma vez que se previa velocidades idênticas para todos os tipos de veículos, aconteceriam em situações, por exemplo, de bifurcações.

4.4 O(s) veículo(s)

O veículo que nasce da relação entre o sistema de mobilidade e o interface com o utilizador, deve enfatizar e cumprir os requisitos programáticos exigíveis para a coerência do seu funcionamento.
Também em relação ao veículo, o projecto de design deverá conciliar a dimensão funcional do programa com a cultural que caracteriza a lógica de uso. Neste sentido, será necessário encontrar um equilíbrio entre, por um lado, as questões de natureza científica e tecnológica (deveras importantes neste contexto) e, por outro, os critérios que deverão nortear as interpretações do "diálogo" com o utilizador.

4.4.1 Princípios de optimização energética

A procura por parte do design, de coordenadas de optimização e sustentabilidade no campo das *performances* dos objectos "consumidores" de energia, caracteriza-se essencialmente por questionar problemáticas, isolar particularidades e enquadrar reflexões, de forma a propor possíveis "caminhos". Estes, que terão incontornavelmente de ser percorridos pela ciência e pela tecnologia, deverão consistir em inovações que satisfaçam o utilizador directo, num primeiro momento, e a sociedade como *background* constante. O design é (bastante) responsável pelo sucesso deste processo. Sendo assim, ao propor uma reflexão levantam-se possibilidades, de forma a construir modelos mais producentes, não sendo um preocupação efectiva neste momento, a garantia "científica" do sucesso dos princípios referidos.

4.4.1.1 Atrito, massa e frenagem por recuperação

Segundo F. Almeida e Castro, quando é «conhecido que o atrito de rolamento da roda de aço sobre carril, é cerca de quatro vezes menor, que o ocorrente na combinação pneu – estrada, a opção parece óbvia.

Dúvidas surgem, porém, quando se verifica nem sempre ter tal vantagem a correspondente tradução prática, antes aparecendo, em muitos casos, a inversa como a mais verdadeira.

A primeira explicação surgirá quando se compararem as massas dos veículos rodoviários e ferroviários: estes últimos são significativamente mais pesados, havendo, pelo menos no caso das mercadorias, que contar também com o peso da locomotiva. Acresce ainda, que a unidade elementar do transporte ferroviário – o comboio – dificilmente se ajusta às flutuações do tráfego, caindo em patente inferioridade, quando o volume deste não atinja determinados mínimos – tal acontece normalmente com as circulações em contra corrente[82], tanto nos tráfegos urbano e suburbano de passageiros como no de mercadorias»[83].

O objecto deste estudo, abre perspectivas muito interessantes para a problemática equacionada por este autor, na medida em que permite articular o benefício uso das propriedades do reduzido atrito permitido pela relação roda - carril de aço[84], ao mesmo tempo que a "flexibilidade" e a suposta reduzida massa, contribuem também para optimização da sua performance energética. Sem duvida que, a possibilidade de dimensionar a composição, às necessidades de utilização, reduzindo consideravelmente os "pesos-mortos", multiplicada pela "leveza" dos veículos (pois independentemente da velocidade ou tipo de utilização, as composições ferroviárias actuais, na generalidade, são compostas por veículos que oferecem características que permitem carregar e rebocar grandes cargas, mesmo que não sejam "motoras"[85]), permitirá uma *performance* energética bastante favorável.

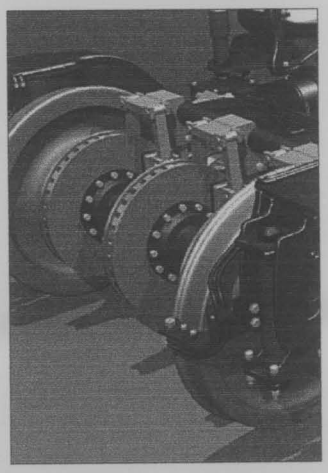


Fig. 146
Bogie *Labbe Designer / Bombardier*
As rodas em aço usadas no caminho-de-ferro produzem um atrito cerca de quatro vezes menor que um pneu em asfalto.

http://www.transportation.bombardier.com/

[82] Como circulações em contra corrente, entende-se o regresso do material circulante ao ponto de onde se regista o maioritário fluxo de passageiros ou mercadorias. (Nos casos dos suburbanos em hora de ponta ou do abastecimento de uma central térmica, esta realidade assume proporções consideráveis, pois as composições vão geralmente carregadas num sentido, para voltarem praticamente, ou mesmo vazias, no sentido inverso).

[83] F. Almeida e Castro, «Algumas reflexões sobre energia e transportes», in: Bastão Piloto, nº 79 Julho, 1987, pág. 25

[84] Embora neste estudo se ensaie um reflexão sobre a possibilidade de pneu sobre o carril.

[85] Isto é, se se encontrarem logo a seguir, assumem um esforço de tracção, que corresponde ao suportado pela locomotiva menos o seu próprio peso.

Outra questão que também merece ser assinalada, é a capacidade das composições ferroviárias (eléctricas), quando em circunstancias de desaceleração permitirem recuperar energia para o sistema. De facto, esta propriedade, já banalizada nos actuais caminhos-de-ferro, assume-se como um factor muito positivo de atitude ambiental. Os motores eléctricos que, quando em aceleração, consomem energia para produzirem tracção, são capazes de funcionar como geradores nas descidas e nas frenagens, colocando a energia assim produzida na catenária, para ser aproveitada por outros que no momento estão a consumir. Este modelo, para além de assumir um atitude "ecológica", garante um optimização da exploração, na medida em que a energia assim gerada, não necessita de mais infra-estruturas para ser produzida e transportada, o que contribui indiscutivelmente para a redução dos custos da manutenção do sistema.



Fig. 147
Pantógrafo *CX*, desenhado para o *TGV Thalys*.
Este "aparato" permite, quando os moteres de tracção assumem o papel de geradores, repor energia na catenária.

http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/images/index.html

4.4.1.2 Autonomia e raio de acção



Fig. 148
As baterias do carro eléctrico *Precept HEV EV-1* da G M devem ser recarregadas em cada 145kms. Os cientistas da *Berkeley Laboratório*, (http://www.lbl.gov/) ao desenvolverem pilhas de lithium mais poderosas, esperam triplicar a autonomia das baterias de modelos futuros e tornar os carros eléctricos competitivos.

É legítimo afirmar que, desde que os veículos não saiam do sub-sistema ferroviário é garantida uma autonomia ilimitada.

No entanto, embora quando fora do caminho-de-ferro, sofram o constrangimento dos automóveis eléctricos normais, esta faculdade permite *performances* invejáveis, definitivamente impossíveis para os seus "parentes" rodoviários.

Na prática, permitiria ao veículo fazer um percurso directo (sem qualquer paragem para abastecimento), por exemplo, de Munique ao Porto, e a partir dai, com as baterias carregadas, usufruir do raio de acção permitido pela autonomia garantido pelas mesmas. No percurso em que tivesse que andar "isolado" do sistema, caso esgotasse a capacidade das mesmas, então teria que se imobilizar, de forma a "abastecer" o suficiente até voltar novamente para o caminho-de-ferro. Depois iria de volta para a Alemanha, não a descarregar, mas sim a carregar as baterias.



Fig. 149
RUF - Rapid Urban Flexible

http://www.ruf.dk/

Desta forma enquanto os automóveis eléctricos necessitam de consideráveis períodos de imobilização para abastecer, encontrando-se então inoperantes (com todas as desvantagens que isso implica), os propostos, embora também não resolva definitivamente esse problema, poderiam reduzi-lo a uma escala, que praticamente deixasse de poder ser considerado um constrangimento determinante. Desta forma incrementar-se-ia radicalmente a disponibilidade, para o utilizador, do objecto da mobilidade, o veículo.

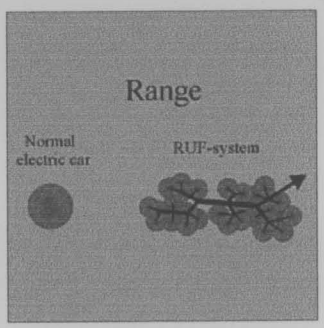


Fig. 152
Este princípio da expansão "infinita" da autonomia, também é defendido por Palle R. Jensen com o projecto, *RUF - Rapid Urban Flexible* (este projecto comunga de alguns princípios com o nosso estudo, mas assenta num programa diferente, na medida em que implica novas infra-estruturas para a sua operatividade e encontra-se vocacionado para um raio de acção "urbano".)

http://www.ruf.dk/

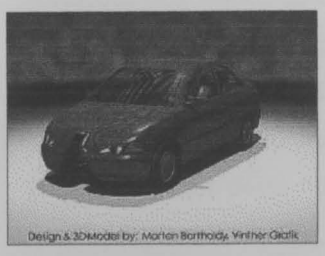


Fig. 150
RUF - Rapid Urban Flexible
Veículo
http://www.ruf.dk/

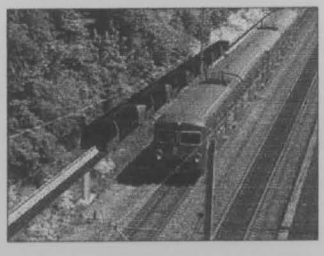
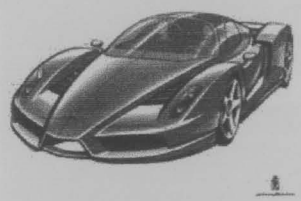


Fig. 151
RUF - Rapid Urban Flexible
Implantação
http://www.ruf.dk/

4.4.1.3 Aerodinâmica



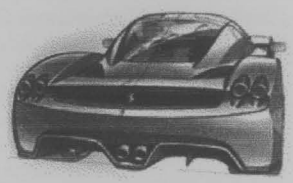


Fig. 153
Estudos de Pininfarina para *Ferrari Enzo*

www.ferrari.it

O desenvolvimento da aerodinâmica no projecto de veiculos assume hoje uma importânsia determinante, permitindo novos padrões de eficiência, não só na economia, mas também na estabilidade a velocidades elevadas.

Os cálculos dos coeficientes de penetração do ar nas carroçarias, possibilitam ao design desenvolver soluções, que ao garantirem uma menor resistência ao ar, e consequentemente, à progressão do veículo, permitem o uso de menos força para contrariar a inércia, e portanto, uma melhor *performance* económica.

Embora a economia se apresente como um factor importante para a atenção do design à aerodinâmica, esta não detêm o monopólio das preocupações, na medida em que o desempenho no equilíbrio e estabilidade assume-se como um factor de segurança incontornável, nomeadamente a alta velocidade.

O domínio cada vez mais desenvolvido desta problemática possibilita

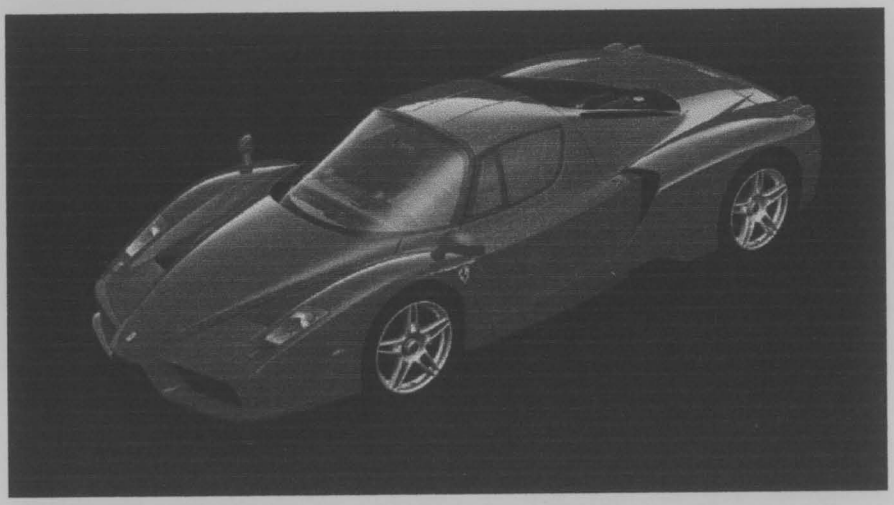


Fig. 154
Ferrari Enzo
2002
Baseado na experiência de competição da Ferrari, este modelo foi criado para, através de uma interface típica de um Formula 1, ser um sistema integrado capaz de levar o utilizador a conhecer os limites extremos da condução.

www.ferrari.it

soluções que, ao "controlar" as variáveis impostas pelo ambiente e pelas variações das velocidades possíveis, garantem a "estabilidade" necessária para permitir dentro de padrões (embora muito discutíveis) de segurança, velocidades superiores a 350 km/h no asfalto.

O caso do exemplo considerado, o *Ferrari Enzo*, um paradigma do potencial actual desta "disciplina", disponibiliza ao utilizador "comum"[86], uma solução de design, fortemente sustentada pelas engenharias, que

[86] Ressalva-se que possa ser pouco comum, tendo em conta o preço de venda ao público.

introduz um conceito recente na industria automóvel: a aerodinâmica activa.

O projecto do *Enzo*, permite através desta solução de design apoiada fortemente na inovação, que o veículo varie « a carga vertical e o arrasto aerodinâmico em função da velocidade, mantendo durante todo o "envelope" de velocidades utilizável, um equilíbrio ideal, [...] através de um ligeira sobrecarga da frente a baixas velocidades a evoluir para o inverso com o aumento da mesma (esta variação de força vertical sobre os eixos mede-se em função da distribuição de pesos estática).

Este efeito de variação da carga vertical, da sua distribuição entre a frente e a traseira, e da modulação da resistência ao avanço em função da velocidade é conseguida pela variação da distância ao solo, pela variação da incidência da alguns componentes elástico-mecânicos e pelo controlo activo dos elementos aerodinâmicos. Desta forma é gerida a deslocação do ar, tanto por cima como por baixo do veículo, permitindo maximizar os dividendos de uma configuração anterior "elevada", com dois perfis extractores traseiros, utilizando princípios herdados da experiência da Formula 1.»[87]

Os resultados práticos traduzem-se num aumento do apoio com a velocidade, com a garantia de que o centro de pressão se mantém no ponto ideal, entrando o valor de apoio numa curva descendente, quando se passa para velocidades muito elevadas[88], de forma, não só a minorar a resistência ao avanço, como evitar o "esmagamento" do curso da suspensão, o que, caso ocorresse, comprometia irremediavelmente a estabilidade, mantendo uma margem que permita absorção das irregularidades do pavimento.

Segundo Pininfarina, «o futuro apresenta-se promissor, ao investigar no campo da "aerodinâmica instável", o que significa que os ajustes necessários podem ser feitos a qualquer momento – dependendo dos fenómenos aerodinâmicos e aeroacústicos – variando com alterações de condução, com as condições atmosféricas, ou com a abertura dos tectos de abrir. Tais estudos são possíveis graças à introdução de técnicas inovadoras, como "imagem de velocimetria de partículas".»[89]



Fig. 155
O conceito de "sexta superfície", onde a zona inferior do veículo é desenvolvida para optimizar os desempenhos aerodinâmicos, permite uma melhoria significativa do seu comportamento.

www.ferrari.it

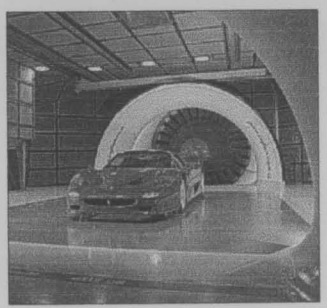


Fig. 156
Centro de investigação aerodinâmica e aeroacústica Pininfarina

http://arc.pininfarina.it/english/whoweare.html

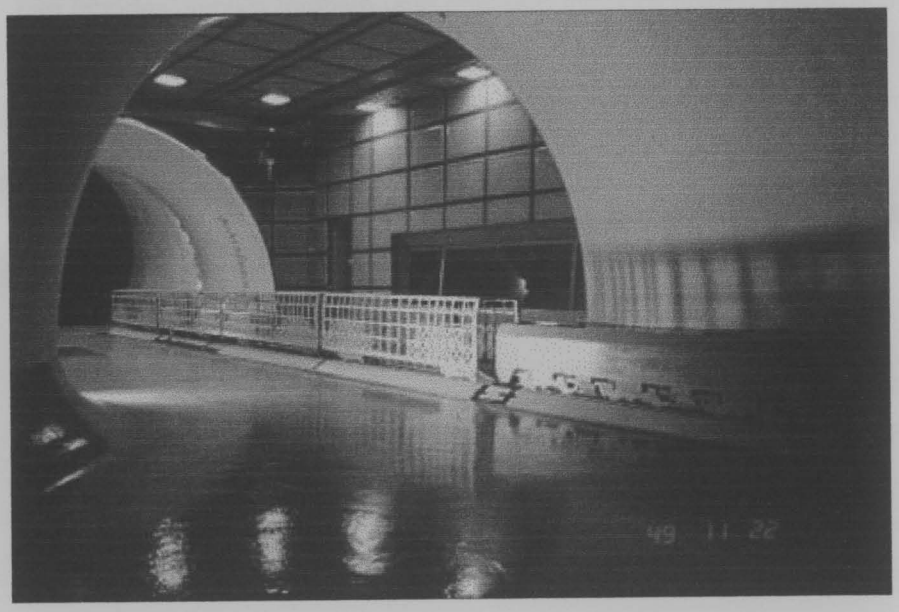
[87] Pedro Silva, «Supervisão Enzo Ferrari. Superlativo», in: *Super Motores magazine*, nº93 Agosto, 2002, pp. 17

[88] «Assim a 200 km/h a carga vertical é de 344 kg (25% do peso), a 300 km/h atinge o pico de 775 kg (57% do peso), baixando depois gradualmente até aos 585 kg (43% do peso) a 350 km/h. [...] estes valores garantem uma capacidade de gerar acelerações na ordem dos 1,3 G's a 200 km/h, 1,6 G's a 300 km/h e 1,4 G's a 350 km/h[...].» *Ibidem*, pág. 18

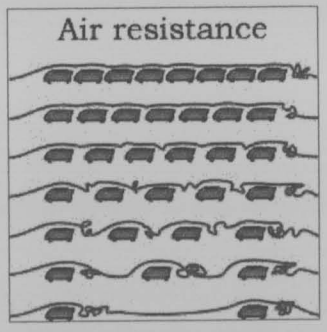
[89] AAVV, *Aerodynamics and aeroacustics Research*, Pininfarina S.p.a, http://www.pininfarina.it/eng/research/aerodynamics.html, 2002.

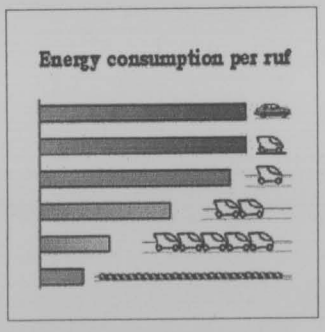
Este cenário enquadra a possibilidade de conseguir prestações muito aceitáveis, quando veículos com configurações diferentes seguem intimamente próximos a altas velocidades.

Considerando a elevada estabilidade proporcionada pelas linhas ferroviárias de alta velocidade, onde os raios mínimos das curvas não podem ser inferiores a quatro mil metros (o que garante altas velocidades com baixas acelerações centrípetas), e a constância das distancias entre veículos, acredita-se que, para alem de *performances* positivas no consumo energético (para as velocidades em causa) através da diminuição da resistência ao ar, um desempenho muito satisfatório no comportamento dos veículos ao nível do equilíbrio e estabilidade[90].



A importância dos "novos" conceitos de "sexta superfície" e "aerodinâmica instável", tornam-se ferramentas de projecto fundamentais para acreditar numa possível operatividade dos objectivos aqui propostos.





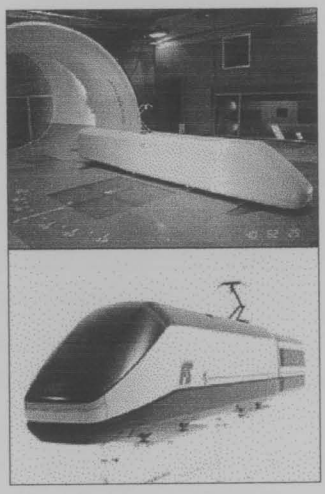


Fig. 157 / 158
Modelos à escala para estudo aerodinâmico do comboio *ETR 500* para a os caminhos-de-ferro italianos.
Centro de investigação aerodinâmica e aeroacústica Pininfarina

http://arc.pininfarina.it/english/whoweare.html

Fig. 159
Modelo à escala para estudo aerodinâmico de um a composição ferroviária de mercadorias.
Centro de investigação aerodinâmica e aeroacústica Pininfarina

http://arc.pininfarina.it/english/whoweare.html

Fig. 160 / 161
Segundo Palle R. Jensen, o sistema *RUF* pode reduzir o consumo de energia de tráfico individual. O factor principal é a redução de resistência de ar devido a junção íntima de veículos de acordo com cálculos da Universidade Técnica de Dinamarca. O consumo de energia por *RUF* pode ser reduzido a menos que 1/3 a 100 km/h.

http://www.ruf.dk/

[90] Em competição, os veículos de Formula 1, assumem muitas vezes trajectórias de ultrapassagem, a velocidades desta ordem, partindo de uma posição em que se encontram praticamente "colados" ao veiculo que precedem, sem que as alterações das condições implique uma perca de estabilidade que possa ser considerada.

4.4.2 Projecto híbrido

Um dos aspectos mais delicados deste estudo é a compatibilidade eléctrica, entre a possibilidade do veículo "habitar" a estrada, usando baterias como fonte de energia, e o caminho-de-ferro, alimentado pela catenária. Tal hipótese não parece num primeiro momento plausível, mas os recentes passos do desenvolvimento científico, no que refere às primeiras, e o esforço dos caminhos-de-ferro europeus no sentido de gradualmente compatibilizar sistemas distintos, coagidos pelas directivas comunitárias, abrem novas perspectivas, que contextualizam a pertinência deste conceito. Esta hibridez, implica também uma análise à interface entre o veículo e o meio ambiente onde este se pode movimentar, na medida em que o carril e o asfalto (ou terra), apresentam particularidades dramaticamente divergentes. Isto implica características do veículo que devem ser compatíveis com os dois ambientes, mas respeitando a operatividade, que deve determinar a "compatibilidade" entre este e o utilizador. O papel do designer deve incidir particularmente sobre este aspecto.

Neste sentido o design, não pode apresentar soluções para os problemas da ciência nem da tecnologia, mas deve ter consciência do âmbito e dos constrangimentos que se impõem, procurando entender os aspectos mais importantes, apesar de não serem suficientes, (nem suficientemente aprofundados) para garantir o sucesso da operação trata-se todavia de estabelecer um indispensável ponto de partida para sucessivos aprofundamentos.

4.4.2.1 Veículo eléctrico

Este momento remete para uma reflexão genérica no campo da electricidade/electrónica inerente aos dois ambientes principais, o rodoviário e o ferroviário, procurando estabelecer as principais coordenadas relativamente à problemática das relações entre os veículos e os ambientes onde estes habitam.

Tendo sido anteriormente enquadrado o ambiente ferroviário[91], no que refere ao ambiente rodoviário, não se consideram problemas de adaptação relevantes, a partir do momento que existam sistemas self-service de abastecimento/recarrega das baterias. Estes, disponíveis em postos de abastecimento, parques de estacionamento, garagens ou nas residências dos proprietários, não apresentariam complexidade de implementação, uma vez que não seriam necessárias alterações nas infra-estruturas de rede eléctrica, tendo em conta que, os 380v CA[92] trifásica já apresentam compatibilidade. Estes postos não seriam exclusivos dos veículos aqui propostos, mas destinar-se-iam a todos os tipos de veículos que utilizassem propulsão eléctrica.

O automóvel particular, considerando que seria o veículo de menores dimensões possíveis no ambiente, assumiria então uma escala extrema relativamente ao comboio, o que tornaria legitimo considerar que, veículos com escalas que se encontram enquadradas por estes dois, já não levantariam questões técnicas problemáticas.[93]

Admite-se então para um veículo ligeiro, a possibilidade de um sistema eléctrico de propulsão constituído genericamente por um motor[94] de magneto permanente alimentado a 380v CA, por um conjunto de 8 baterias de NiMH[95] ou Li-Ion[96] de 48v e pelo(s) transformador(és) necessário(s) para filtrar a corrente da catenária.

Quando em ambiente rodoviário o veículo teria que se deslocar fazendo unicamente recurso às suas baterias, propondo-se como razoável uma autonomia de 500km a uma velocidade media de 120km/h. Isto somado à



Fig. 162
O AVT-100E, um *Rover Metro* "convertido" pela *AVT – Alternative Vehicles Technology*
Permite velocidades superiores a 160 km/h e autonomias dos 30 aos 250 km aproximadamente, dependendo das baterias instaladas.

http://www.avt.uk.com

[91] Ver "As catenárias e o sistema eléctrico"
[92] Corrente Alternada
[93] Camiões e autocarros, por exemplo.
[94] Ou quatro motores (um para cada roda), em que o seu somatório permitisse *performances* idênticas.
[95] Nickel Metal Hydride
[96] Iões de Lithium

autonomia ilimitada em linhas electrificadas garante um raio de acção dificilmente mensurável, considerando as três formas distintas de recarregando das baterias:

- Sistema self-service de abastecimento/recarrega já anteriormente referido (ambiente rodoviário).
- Sistema alimentação por catenária, através do pantógrafo, sempre que este circulasse ou permanecesse imóvel no ambiente ferroviário.[97]
- Sistema de recuperação por frenagem no ambiente ferroviário.[98]

No ambiente ferroviário, encara-se dois cenários principais, um mais complexo, com a utilização de um grupo de três transformadores[99] (mas apresentando um elevado nível de compatibilidade com os vários sistemas eléctricos) e outro mais simplificado, com apenas um transformador, que embora menos compatível, apresenta vantagens em termos de massa e peso.

O primeiro cenário caracteriza-se pelo funcionamento de um de três transformadores comutáveis entre si adaptados às várias correntes eléctricas e por isso compatível com diferentes linhas ferroviárias, mas tornando o veículo visivelmente mais pesado.

O segundo cenário consiste apenas num transformador adaptado apenas às linhas de uma determinada área, ganhando-se em massa mas perdendo-se em compatibilidade.

Quando vários veículos se encontram acoplados em "comboio", na zona de conexão encontra-se uma ficha que alimentará em paralelo os vários veículos, pois só um poderá levar o pantógrafo levantado.

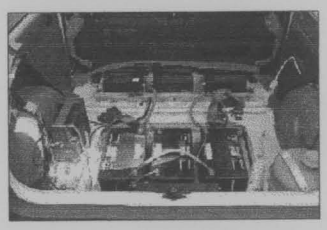


Fig. 163
AVT-100E
Instalação de baterias.

http://www.avt.uk.com

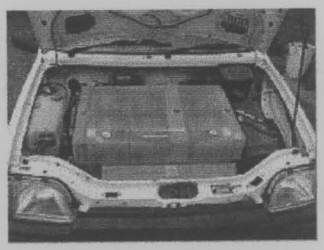


Fig. 164
AVT-100E
O espaço do motor de combustão é ocupado pelos componentes eléctricos.

http://www.avt.uk.com

[97] Considera-se aqui o ambiente ferroviário electrificado, pois quando em linhas não electrificadas o veiculo dependeria somente da energia das baterias.
[98] Ver "Atrito, massa e frenagem por recuperação".
[99] Dependendo da versão considerada.

4.4.2.1.1 Baterias

Actualmente verifica-se um esforço considerável na investigação de energias alternativas menos poluentes do que as derivadas do petróleo, estando o estudo de baterias num momento extremamente activo. Toda esta actividade traduz-se em resultados, o que permite equacionar diferentes soluções. Devido à sua importância, na problemática do desempenho do veículo fora do caminho-de-ferro, as baterias merecem então uma atenção especial, propondo-se uma visão sobre as várias possibilidades e aplicações nomeadamente nos veículos *HEV*[100].

Analisando testes efectuados para os veículos *HEV* no âmbito do *Hibrid Eléctric Vehicle Program*[101], do *U.S. Department of Energy*[102], neste momento já é possível ponderar algumas soluções: as baterias de *níquel-cádmio*, usadas para muitos produtos electrónicos, têm uma energia específica mais alta e um melhor ciclo de vida que as baterias ácidas, estas não debitam potência suficiente não sendo consideradas boas para aplicações nos *HEV*.

As baterias de *nickel metal hydride*, usadas habitualmente nos computadores e equipamento médico, oferecem energia específica e capacidades de potência razoável. Os seus componentes são recicláveis, mas a estrutura de reciclagem ainda não está implementada. Têm um ciclo de vida maior que as baterias ácidas sendo mais seguras e tolerantes às cargas e descargas contínuas. Estas baterias foram prosperamente usadas na produção de EVs[103] e recentemente na produção dos HEVs. Os desafios principais destas baterias são o seu alto custo, a alta auto-descarga, a geração de calor a temperaturas altas, a necessidade de controlo das perdas de hidrogénio e a baixa eficiência das células.» [104]

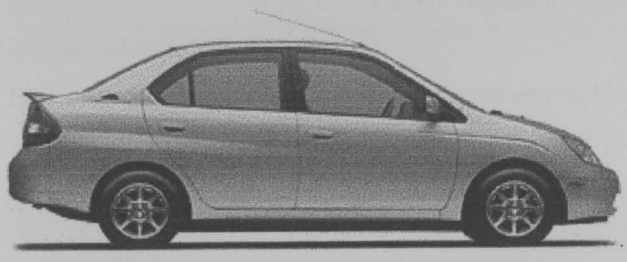


Fig. 165
Toyota Prius HEV

http://www.toyota.com/index3.html

[100] Hybrid Electric Vehicle (Veiculo Eléctrico Híbrido)
[101] Programa de Veículos Eléctricos Híbridos
[102] Departamento de Energia dos Estados Unidos
[103] Electric Vehicles (Veiculos Eléctricos)
[104] AAVV, *Batteries - Hibrid Eléctric Vehicle Program,* Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN), Office of Transportation Technologies, U.S. Department of Energy, http://www.ott.doe.gov/hev/batteries.html, 2002

As baterias de *iões de lítio* estão a penetrar rapidamente nos mercados dos computadores portáteis e telefones celulares por causa da sua alta energia específica. «Apresentam uma boa potência específica, alta eficiência de energia, um bom desempenho em altas temperaturas e baixa auto descarga. Os seus componentes também podem ser reciclados. Estas características fazem as baterias de *iões de lítio* satisfatórias para aplicações em HEV's. Porém, para as fazer comercialmente viáveis é preciso um desenvolvimento adicional semelhante
ás versões para veículos *EV* e, inclusive, melhorias para os HEV's, em ciclo de vida, segurança da bateria, tolerância ás cargas e descargas contínuas e custos mais aceitáveis.

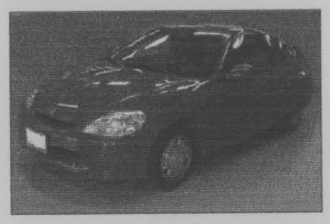


Fig. 166
Honda Insight HEV

http://www.hondacars.com

As baterias de *polímero de lítio* com energia específica alta, inicialmente desenvolvidas para aplicações em *EV*, também têm o potencial para providenciar uma alta potência específica para aplicações em *HEV*. As outras características fundamentais do *polímero de lítio* são a segurança, ciclo de vida e uma boa durabilidade. A bateria só pode ser comercialmente viável se o custo for reduzido e a potência específica for desenvolvida.»[105]



Fig. 167
P2000 protótipo HEV da FORD

http://www.ott.doe.gov/hev/

Este cenário de incertezas permite considerar então as baterias de *nickel metal hydride* e/ou de *iões de lítio*, as primeiras já usadas nos *HEV's* da *Ford*[106] (protótipo *HEV P2000*) e da Honda[107] (*Honda CIVIC HYBRID 2003*) e por eles recomendadas para o uso nos veículos híbridos, sndo que as últimas estão a ser desenvolvidas pela *SAFT America Inc.*, para os projectos da *DaimlerChrysler*[108] (protótipos *ESX2* e *ESX3 HEV*).

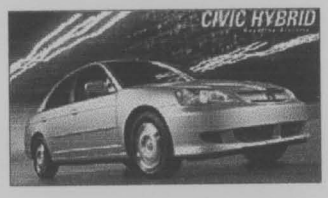


Fig. 168
Honda CIVIC HYBRID 2003
Gasolina - Eléctrico

http://www.hondacars.com

[105] *Ibidem*
[106] Rogelio A. Sullivan, *The FORD Program Accelerates Development of Hybrid Configurations*, Hibrid Eléctric Vehicle Program, Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN), Office of Transportation Technologies, U.S. Department of Energy, http://www.ott.doe.gov/pdfs/fordhev_factsheet.pdf, 2002
[107] AAVV, *Honda CIVIC HYBRID 2003*, Honda, http://www.hondacars.com/models/model_overview.asp?ModelName=Civic+Hybrid, 2002
[108] James Merritt, *DaimlerChrysler Develops Innovative HEV Vehicles for Future Markets*, Hibrid Eléctric Vehicle Program, Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN), Office of Transportation Technologies, U.S. Department of Energy, http://www.ott.doe.gov/pdfs/dcxhev_factsheet.pdf, 2002

Segundo a *United States Advanced Battery Consortium*[109], consorcio que se estabeleceu para desenvolver a próxima geração de baterias para veículos eléctricos, proximamente estarão disponíveis baterias de *nickel metal hydride*, de *polímero de lítio* e de *iões de lítio* com uma autonomia superior a 322km e uma longevidade superior a 161.000km.

A possibilidade de utilização de um grupo de oito baterias *nickel metal hydride bipolar* de 48v considera o estudo desenvolvido pela *Ovonic Battery Company*[110] em colaboração com vários organismos de investigação[111], que apresenta como planos futuros, dotar estas baterias com o poder de debitar potência superior a 1000 W/kg. Isto permite uma visão do futuro bastante optimista em relação ao peso, autonomia e potência.

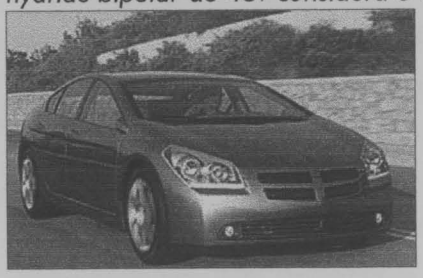




Fig. 169
ESX2 da *DaimlerChrysler*

http://www.ott.doe.gov/hev/

Fig. 170
ESX3 da *DaimlerChrysler*

http://www.ott.doe.gov/hev/

[109] AAVV, *EV Batteries*, States Advanced Battery Consortium, DOE Field Operations Program, U. S. Department of Energy, http://ev.inel.gov/fop/general_info/battery.html., 2002

[110] Srinivasan Venkatesan, *Nickel-Metal Hydride Bipolar Battery. Research Results*, Ovonic Battery Company, http://www.ipd.anl.gov/carat/1998projects/ovonic_results.htm, s.l., 1999

[111] Pennsylvania State University, University of Michigan, NexTech, Illinois Institute of Technology, University of Miami, Energy Conversion Devices, Inc., etc.

4.4.2.1.2 Motorização

«O sistema de propulsão de um veículo eléctrico tem apenas dois componentes: o motor que debita a tracção e um controlador electrónico que controla a aplicação dessa tracção. Em comparação, o sistema de propulsão a gasolina consiste num variado número de componentes, tais como o motor, carburador, bomba de óleo, bomba de água, sistema de arrefecimento, ignição, panela de escape, etc.»[112]

Considera-se a necessidade de um motor que poderá ser de magneto permanente a CA[113] que deverá debitar uma potência aproximada de 300kw (402,3 cv) para a propulsão deste veículo. A necessidade de um motor deste tipo, tem em conta as performances obtidas nos veículos *HEV*, embora este tenha de ser mais potente, visto que este irá ser auto-suficiente. Ao contrario dos *HEV*, os veículos propostos não dispõe do auxilio do motor de combustão, e pretendem performances bastante mais ambiciosas.

Sendo alimentado a 380v apresenta compatibilidade com o sistema eléctrico industrial europeu que possui essa uniformização e permite a utilização de transformadores com dimensões bastante mais reduzidas.



Como referência, apresentamos o exemplo dos autocarros híbridos da *New York City Transit*, que funcionam com um motor de 187kw a 346v 50Hz alimentado por um grupo de baterias que descarregam até 580v[114].

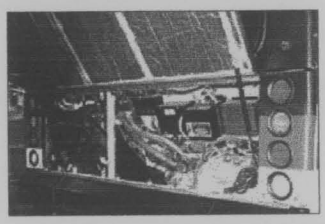


Fig. 171
Compartimento do motor do *Orion VI*

AAVV, Hybrid-Electric Transit Buses, 2001

Fig. 172
Autocarro híbrido - eléctrico *Orion VI* da *New York City Transit*

AAVV, Hybrid-Electric Transit Buses, 2001

[112] AAVV, *EV Power Systems (Motors and Controllers)*, DOE Field Operations Program, U. S. Department of Energy, http://ev.inel.gov/fop/general_info/power.html, 2002

[113] Corrente Alternada

[114] AAVV, *Hybrid-Electric Transit Buses*, Center for Transportation Technologies and Systems at the National Renewable Energy Laboratory, a DOE national laboratory, BAT-BUS_nyct_diesel_hybrid.pdf, 2001

4.4.2.1.3 Transformação de energia

Interessa equacionar a possibilidade extrema: o automóvel particular, no momento em que este seria o veículo de menor escala habitante do sistema. Então, veículos com escalas se encontram num meio-termo entre os automóveis e os comboios, tais como "camiões" e "autocarros", uma vez estivessem as questões do primeiro resolvidas já não levantariam questões técnicas problemáticas.

Detectou-se a ausência de soluções de transformação de energia eléctrica nos moldes necessários, visto que provavelmente esta questão nunca tenha sido determinante para aplicações em situações com esta abrangência.

Os transformadores que reduzem a corrente da rede eléctrica da catenária, alimentam o motor e carregam as baterias terão que ser suficientemente pequenos e leves, para serem compatíveis com o tamanho do veículo, não esquecendo os níveis baixos de ruído e o cuidado a ter com a segurança, para que não interfiram, quer com a sinalização quer com a instrumentação de controlo, sendo também necessário a aptidão ao sistema de frenagem.

Um primeiro cenário, considerando soluções apresentadas num dos comboios desenvolvidos pela *Siemens*, o *ICE 3*, e que se pode observar na

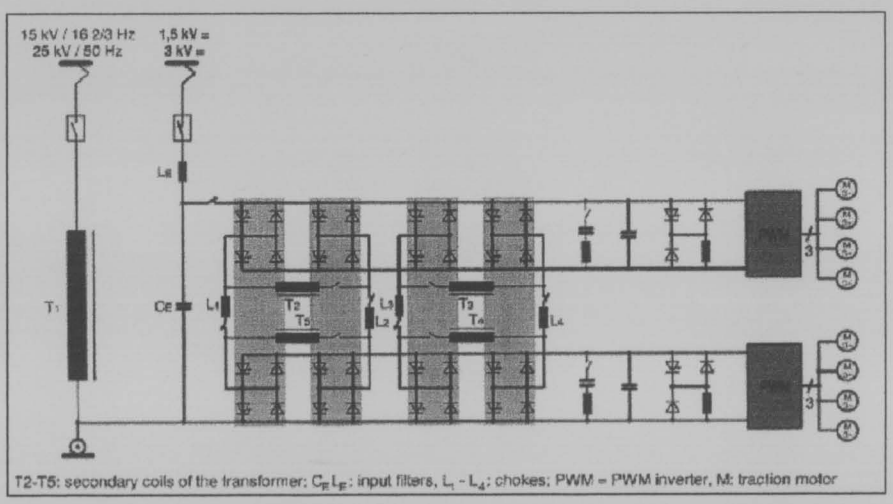


figura X consiste na alimentação por um de três transformadores, um de duas entradas e uma saída, dois de uma entrada e uma saída comutáveis entre si para as quatro diferentes tipos de alimentação das diferentes catenárias (25kv 50Hz CA; 15kv 16 2/3Hz CA; 3kv CC; 1,5kv CC), esta solução tem a vantagem de ser totalmente compatível com as quatro



Fig. 173
AG's ICE 3

http://mercurio.iet.unipi.it/ice/ice.html

Fig. 174
Diagrama do circuito eléctrico multi-sistema *Siemens* do comboio de alta velocidade *AG's ICE 3*

http://www.siemens.com

situações de alimentação ferroviária previstas, mas com a desvantagem de tornar as ligações e comutações mais complexas e o veículo mais pesado devido ao uso de três e não um dos transformadores.

Embora se tenha considerado a solução dos transformadores num dos comboios desenvolvidos pela *Siemens*, o *ICE 3*, esta não se revela a mais indicada, visto que a dimensão e peso destes assume proporções que serão impensáveis as adaptações imediatas num veículo com as características de um automóvel[115].

Uma segunda possibilidade a ter em conta, mais simples, apenas dispõe de um transformador 25kv 50Hz CA – 380v CA / 15kv 16 2/3Hz – 380v CA para a alimentação do respectivo motor. Com esta solução ganha-se na redução do peso do veículo e na pouca complexidade das ligações, mas perde-se a compatibilidade com as quatro situações de alimentação ferroviária possíveis, podendo este apenas usufruir das "novas" linhas de alta velocidade.

A solução do ICE 3 é idêntica com a solução apresentada pelo TVG Thalys, o qual está preparado para circular em toda a rede ferroviária francesa, que comporta as diferentes voltagens de catenária (25kv 50Hz CA; 15kv 16 2/3Hz CA; 3kv CC; 1,5kv CC).

[115] Espera-se as inovações dentro da electrónica de potência que permitam o uso de transformadores mais pequenos, logo mais leves.

4.4.2.1.4 Sistemas de Alimentação

Entende-se como sistemas de alimentação os aparatos que permitem fornecimento de fluxo eléctrico ao sistema de propulsão: o pantógrafo que permite captar a corrente da catenária, a ficha de conecção através do sistema de engate dos veículos que permite o *shunt* entre os mesmos e por fim a tomada de corrente para o recarregamento das baterias em estado imobilizado no ambiente rodoviário.

O pantógrafo deverá ser compatível com as diferentes voltagens enunciadas anteriormente e permitir uma rápida recolha de modo a permitir em velocidade a transição para diferentes voltagens de catenária.



Fig. 175
Sistema de ligação para aplicação simplesmente "mecânica". *FlexiTrain* (estudo apara acoplamento de veículos no ambiente rodoviário.)

http://camdek.com/index.html

A ficha de conecção através do sistema de engate dos veículos será a fonte de alimentação quando os veículos seguem acoplados ou interligados entre si. Como as distancias entre pantógrafos, terão de ser iguais ou superiores a 400m, apenas um veículo poderá levar o pantógrafo levantado, sendo esta ligação a desempenhar o papel de condutor eléctrico para os restantes veículos. Isto implica então uma conecção baseada numa ficha que permita o *shunt* paralelo de corrente até 25Kv.
Esta deverá seguir um circuito independente ao transformador do veículo, alimentando então os outros com a mesma voltagem substituindo assim a ligação através do pantógrafo. Desta forma temos dois circuitos separados, em que um primeiro alimenta o sistema de propulsão de cada veículo e um segundo alimenta todos os outros veículos em paralelo a 25Kv.

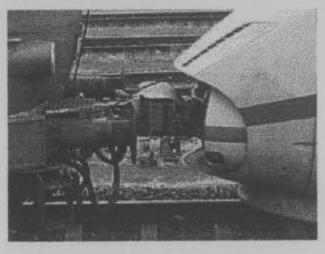


Fig. 176
ICE 3 "engatado" a locomotiva. Estes engates garantem a ligação mecânica e eléctrica.

http://mercurio.iet.unipi.it/ice/ice.html

Para a tomada de corrente de recarregamento das baterias, considera-se apenas necessário desenvolver uma interface que garanta o acesso a uma ficha normal estandardizada de 380v trifásica.

4.4.2.2 Comutação entre sistemas rodoviários e ferroviários

Neste momento, dedicado o questionamento das problemáticas associadas à concertação de características ferroviárias e rodoviárias, pretende-se ponderar não soluções, mas sim possibilidades que se apresentem como as bases de um desenvolvimento, que permita à posteriori, tornar operativo o veículo e consequentemente o sistema.



Fig. 177
Os sistemas *Roadrailer Europe* e *Kombirail*, permitem a comutação entre os sistemas rodoviários e ferroviários

http://www.robl.w1.com/RoadRailer/index.htm

4.4.2.2.1 Rodas – a interface física

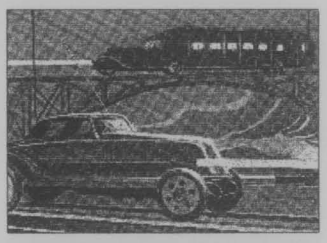


Fig. 178
Ilustração alusiva ao *pneurail*

http://dictionary.ebbs.net/francais/fm2.htm#Micheline

Com consciencia das experiencias do *pneurail* no passado, dos seus objectivos e princípios, vale a pena equacionar, a possibilidade de a borracha servir de interface, não só com o asfalto, mas também com o carril.

A ideia não sendo nova, adquire aqui uma nova interpretação de programa e projecto. A hibridez proposta, levanta novos desafios, mas acredita-se que os aproximadamente cinquenta anos de evolução da ciência e tecnologia, desde os últimos desenvolvimentos, poderão ter um papel determinante numa resposta satisfatória.

O programa determina a compatibilidade do sistema com a ferrovia e a rodovia, e o projecto de design deve, acima de tudo, garantir a aptidão do sistema, de forma a que este se torne operativo, no seu uso para o utilizador.

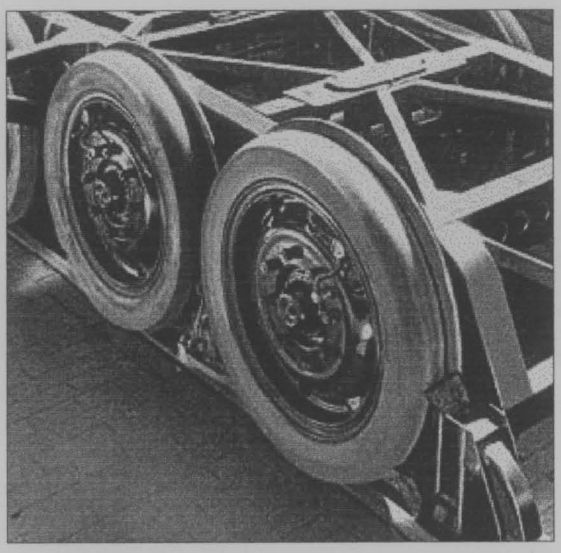


Fig. 179
Pormenor de bogie de 5 eixos Carel-Fouché com pneumáticos Michelin

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

Desta forma, quer o rolamento, quer a metamorfose (transformação necessária de adaptação à mudança de ambiente), devem ser eficazes, seguras, e no caso da segunda, rápida. São estes princípios (disponibilizados a um custo aceitável), que, acima de tudo, interessam ao utilizador.

Para satisfazer estes pressupostos, é importante um reflexão sobre o "como fazer", embora a responsabilidade de produzir soluções técnicas esteja enquadrada no universo das engenharias, não sendo então propósito encontrar soluções definitivas, mas sim estabelecer as directrizes que poderiam ser um ponto de partida válido.

Parece pacífico que o rolamento em asfalto apresente uma interface de composto de borracha, mas em cima do carril, a história já mostrou que pode haver mais que uma opção.

A utilização de composto de borracha, uma interpretação contemporânea dos "vetustos" *pneurail*, pode ser equacionada, apresentando vantagens e desvantagens, das quais se destacam as seguintes[116]:

Pontos fortes: O *pneurail* permite um conforto muito satisfatório da suspensão e garante um bom nível de ausência de ruído no interior do veículo durante o rolamento. Permite especialmente uma redução significativa dos ruídos dos choques transmitidos durante cruzamentos das junções dos carris e do equipamento do via (agulhas). A ausência quase total destes choques torna possível projectar peças mais leves e evoluídas, na medida em que são menos solicitadas mecanicamente. A forte aderência permite de oferecer aclarações fortes, sem patinar, e frenagens poderosas.

Pontos fracos: O forte coeficiente de atrito no rolamento, requer um esforço de tracção significativo comparado à massa do elemento.

A resistência ao rolamento em *pneurails* é três vezes superior à causada pelas rodas em aço: a 120 km/h, a resistência ao rolamento é de 18 kg/T com os *pneurails* contra os tradicionais 6 kg/T.

A leveza dos elementos não pode assim traduzir-se directamente em lucros interessantes em velocidade comercial, a menos que se recorra a motorizações mais potentes, frequentemente mais pesadas, o que não seriam relevante em termos do custo da exploração.

A manutenção dos elementos, é mais onerosa e exigente, do que a dos tradicionais: os pneus desgastam-se mais rapidamente que as rodas do metal e os "furos" são possíveis ao fim de muitas passagens em determinados equipamento de via, particularmente nas agulhas. O número elevado dos eixos, e assim das rodas, complica as operações da manutenção (insuflação dos pneumáticos, cilindros de freios, rolamentos, etc.)

Estes julgamento tem em conta um contexto de época e de "porte" dos veículos. «Hoje, a generalização da suspensão secundária pneumática, o progresso nas possibilidades de isolamento sonoro, os melhores perfis de via, com maior recurso possível às secções de *L.R.S.*[117] altera consideravelmente os dados do problema. A introdução da electrónica "tração-frenagem" permite acelerações e desacelerações relativamente

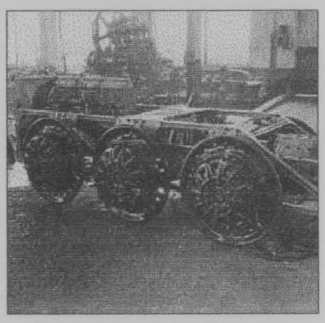


Fig. 180
Um bogie de *Micheline* sem os pneus montados

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

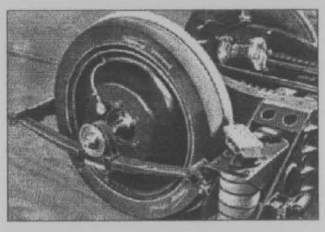


Fig. 181
Roda anterior de uma *Micheline* de 90 *ch* construída para Madagáscar em 1952. O pneurail apresenta sulcos radiais e a válvula inclui um manómetro de calibre de pressão. O verdugo de metal da roda pouco visível deste ângulo

http://autorails.free.fr/fanc1.htm

[116] AAVV, *Présentation du Pneurail. Les "Michelines"*, http://autorails.free.fr/fmichelin2.htm, 2002
[117] Carril longo soldado.

enérgicas com rodas de metal, garantindo-se um elevado conforto dos passageiros.»[118]

Determina-se assim que as "necessidades" detectadas anteriormente para a borracha sobre o carril, já não se tornam uma prioridade. Mas no caso do projecto deste estudo, esta pode assumir uma nova importância, na medida em que, se se mostrar eficiente nas solicitações dos dois ambientes (rodoviário e ferroviário), para a massa e tipologia de veículos em questão, e garantir uma disponibilidade positiva na comutação de ambientes, poderá ser uma séria opção a considerar.



Fig. 182
A solução deste *Unimog* híbrido dos caminhos-de-ferro alemães, implica a duplicação dos eixos do veículo

http://mercurio.iet.unipi.it/pix/de/work/rail%2Broad/Unimog/pix.html

Independentemente da interface com o carril ser em aço ou borracha, os princípios que se apresentam mantêm-se pertinentes, na medida em que as coordenadas de projecto não sofrem alterações relevantes.

Neste sentido e a admitindo as "facilidades" apresentadas pela concentricidade dos eixos, especula-se a possibilidade de um pneumático através da insuflação e desinsuflação controlada[119], assumir um papel importante na operatividade do sistema de interface entre o veículo e o

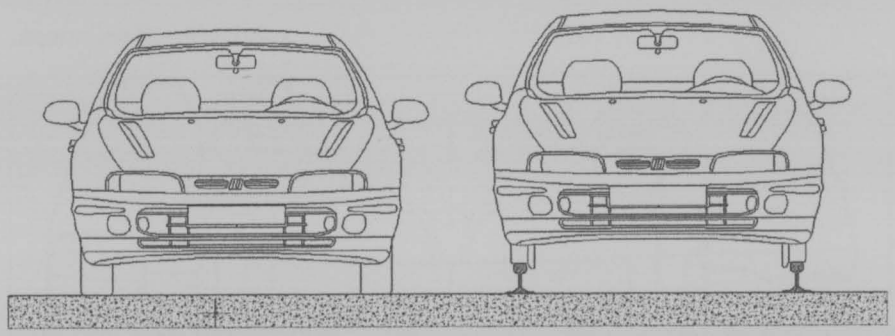


Fig. 183
Fiat Bravo SX com configuração normal de fábrica e o mesmo automóvel "compatível" com bitola internacional (1435mm). A complementaridade destas características será o veículo

solo. Desta forma, considerando a altura do verdugo[120], questiona-se se a variação da altura do pneu garantiria a compatibilidade dos dois sistemas.

[118] *Ibidem*

[119] Em veículos automóveis de gamas superiores, o controle da pressão dos pneus é efectuado através do computador do veiculo, sendo ajustado automaticamente em função do tipo de piso e da velocidade de circulação.

[120] Anel interior da roda que garante que esta não "descarrile".

Com alteração da sua geometria, a cota ao solo varia, o que permite, ao ser completamente insuflado, adaptar-se ao o rolamento em estrada e quando completamente desinsuflado, garantir as condições necessárias para a circulação no caminho-de-ferro.

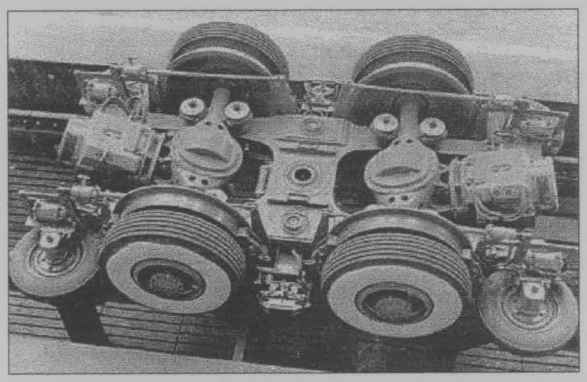


Fig. 184
Bogie do metro parisiense visto por baixo.
São visíveis os dois eixos com seus motores da tracção, as rodas de aço (com as sapatas de freio) paralelas aos pneumáticos e as rodas directrizes horizontais

http://www.emdx.org/rail/metro/principe.html

Desta forma o "desenho" das malhas internas dos pneus, devem garantir as suas "deformações" controladas e garantir a "flexibilidade" para a eficiente metamorfose da forma. Ressalva-se a circunstancia de "esmagamento" e consequente corte do pneu, na medida em que este, quando desinsuflado, não mantêm contacto com o solo (nem em caso de furo). As jantes híbridas embora consideravelmente maiores, prevê-se que não interferissem radicalmente com a geometria de assentamento das rodas.

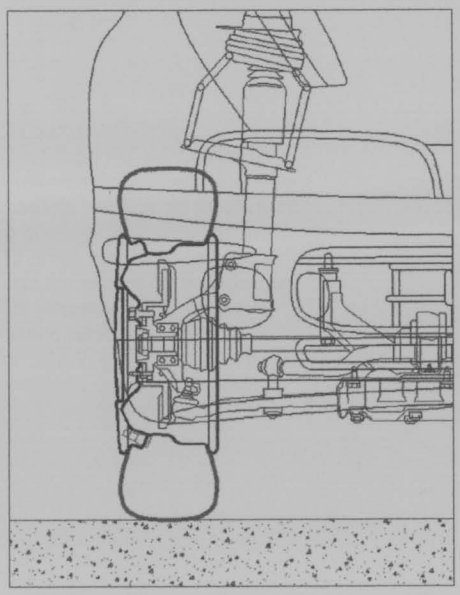


Fig. 185
Esquema de assentamento das rodas anteriores, jante e pneu, do *Fiat Bravo SX*, com jante 6Jx 14"43

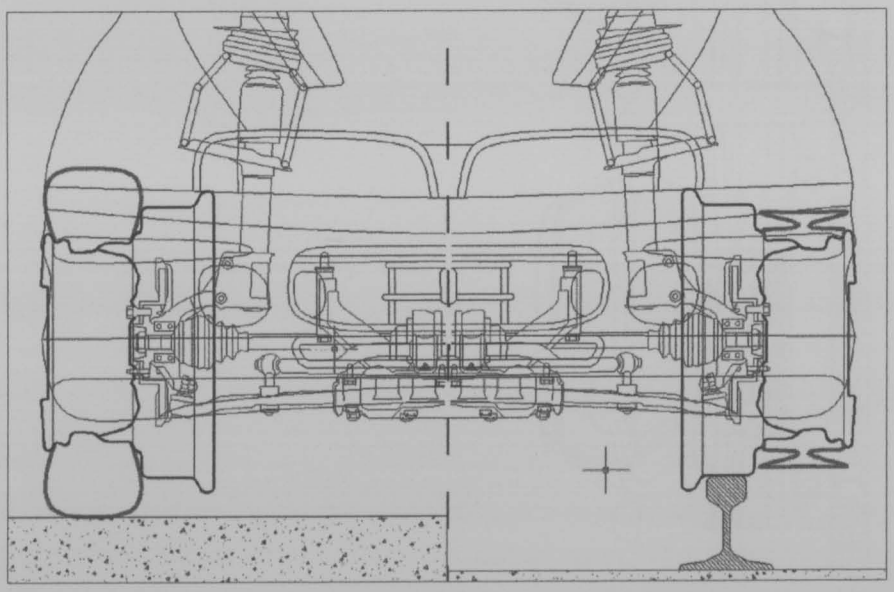


Fig. 186
Esquema de assentamento das rodas anteriores, jante e pneu, do *Fiat Bravo SX*, com jante com jante híbrida.

Lado esquerdo – pneu insuflado para circulação em estrada.

Lado direito – pneu desinsuflado para rolamento caminho-de-ferro.

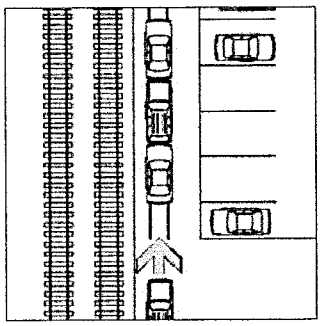
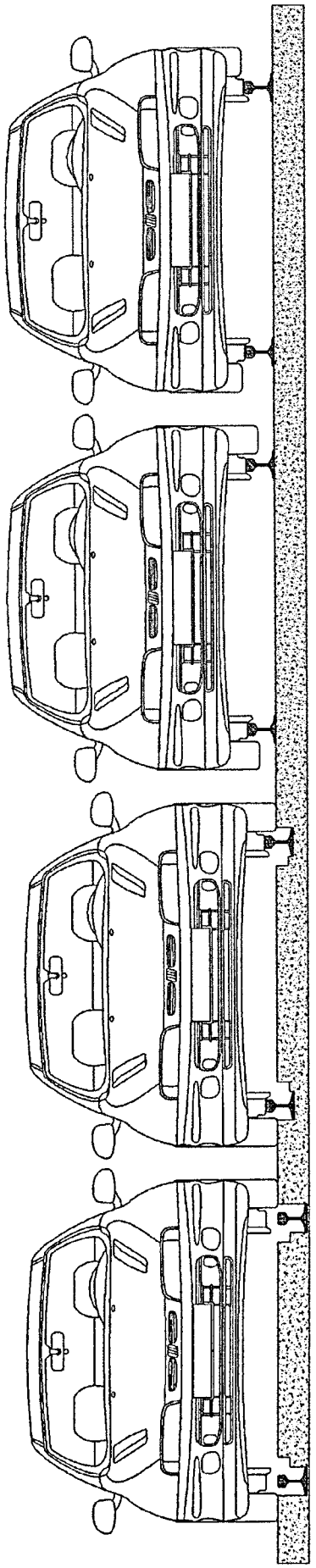


Fig. 187
Zona de interface
(entrada)



4
Desinsuflação dos pneus, de forma a permitir a circulação do veiculo na rede ferroviária. (o "volume" dos pneus insuflados, não permitira a passagem em certos elementos de via (agulhas).

2
Como os caris estão desnivelados (em rampa), a progressão do veiculo permite-lhe passar a circular sobre estes.

3
Neste momento os pneus já não tocam o solo, estando o veiculo só em cima das rodas para carris.

1
Entrada do veículo com os pneus insuflados

Fig. 188
As quatro etapas da "metamorfose" do híbrido, no momento da sua passagem pela zona de interface do asfalto para o carril.
O desenrolar desta "adaptação" não necessitará da imobilização do veículo, embora deva ser feita a velocidade reduzida.

4.4.3 Tipologia de veículos

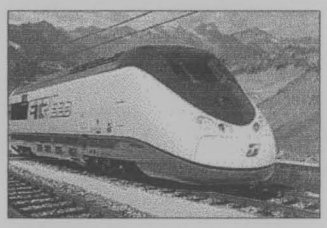


Fig. 189
Tipologia de veículo com a "maior escala" admissível no sistema.
Fiat ETR 500
Projecto de Pininfarina para o consorcio *TREVI (Fiat Ferroviaria, ABB Tecnomasio, Ansaldo trasporti, Breda Costruzioni Ferroviari e Firema Consortium)*

www.finnmoller.dk/ rail-highspeed/

O sistema deve permitir a circulação de veículos que compreendam escalas enquadradas pelos "actuais" comboio e automóvel[121], garantindo desta forma, uma generosa multiplicidade de morfologias distintas, tanto no campo do transporte de passageiros, como de mercadorias.

Entende-se pertinente a não compatibilidade da integração de híbridos em composições ferroviárias "normais" e vice-versa, na medida em que o antagónico peso entre os mesmos torna claramente inviável essa possibilidade. É importante frisar que uma das características da "leveza" dos veículos rodoviários, e que seria herdada pelos híbridos, consiste na ligeireza da estrutura do chassis. Esta é dimensionada para estruturar o próprio veículo e sua capacidade de permitir atrelar um eventual reboque, que deverá ser sempre proporcional ao seu peso, e que no caso dos automóveis ligeiros, raramente o ultrapassará. Pelo contrário, os veículos ferroviários devem garantir o reboque de cargas que podem ultrapassar mais de quatrocentas vezes[122] a sua tara.[123] Por isso a rigidez da estrutura, desmesuradamente resistente para a capacidade de carga, não seria rebocável pelos veículos "ligeiros".



Fig. 190
Tipologia de veículo com a "menor escala" admissível no sistema.
Fiat Stilo 2.4 Abarth

www.fiat.it

A solução para uma composição de vários híbridos assentaria no princípio em que todos os veículos são motrizes, contornando desta forma a necessidade de estes terem de suportar significativos esforços de tracção e o consequente reforço da estrutura.

Mesmo assim, e dentro do âmbito dos híbridos revela-se forçosa uma segmentação para garantir a necessária homogeneidade das composições, devendo esta respeitar duas tipologias.

Híbridos ligeiros – correspondem aos actuais veículos ligeiros de passageiros e mercadorias

Híbridos pesados – correspondem aos actuais veículos pesados de passageiros e mercadorias



Fig. 191
Vagão *Uno*
Estes veículos permitem rebocar 402 vezes o seu tara.

http://www.mtab.com

[121] Ressalva-se que o "porte" do automóvel deve considerar uma escala geralmente atribuída às gamas superiores, guardando-se reservas quanto à compatibilidade dos pequenos citadinos.

[122] Os vagões Uno, comprados pelos caminhos-de-ferro suecos em 1998, que apresentam uma tara de 20t e um peso bruto (tara mais carga) de 120t, permitem formar composições de 68 unidades (encabeçadas pelas locomotivas *IORE)* o que implica um peso total de 8160t. O primeiro consegue rebocar os outros 67, o que resulta num total de 8040t (402 vezes a sua tara) João Manuel Paiva, «IORE – Uma locomotiva esforçada / Os vagões Uno», in: *Bastão Piloto*, nº 213 Janeiro/Fevereiro, 2002, pp. 14-16

[123] Peso do veículo em vazio.

Embora este facto compreenda algumas limitações ao programa, considerando-se ser razoável não misturar estas duas categorias, na mesma composição, também por questões de massa e aerodinâmica dos veículos, mas acima de tudo, pela relação com o utilizador: não parece razoável, propor a possibilidade de uma viagem, atrás de um "autocarro" ou "camião" híbrido. Desta forma, assume-se a possibilidade da construção de "comboios" de híbridos ligeiros e "comboios" de híbridos pesados.

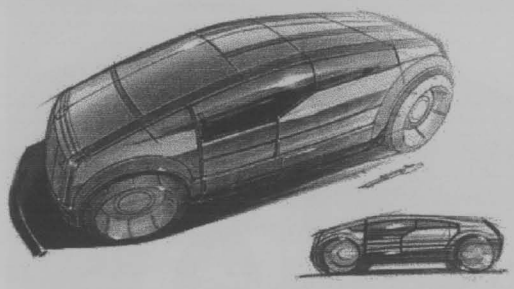


Fig. 192
Automóvel eléctrico
Estudo de Alberto Villarreal

http://www.cardesignnews.com

Uma caracterização pormenorizada da morfologia dos veículos híbridos, ligeiros e pesados, não se considera pertinente nesta fase do estudo, na medida em que as possibilidades sendo quase infinitas, dependeriam de inúmeros factores impossíveis de mensurar neste momento.

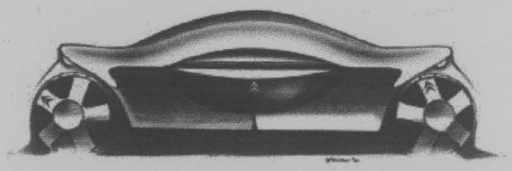


Fig. 193
Veículo Citroën
Estudo de Yovan Vujacic

http://www.cardesignnews.com

Uma reflexão sobre a diversidade de morfologias distintas apresentadas, não só como "estudos" mas como respostas disponíveis comercialmente, mostra que os conceitos históricos de "carro", "carrinha", "furgão", já não traduzem linearmente o seu significado inicial. Não são raras as vezes que, perante um veículo, surge uma inegável dificuldade, não tanto em o caracterizar, mas acima de tudo em o enquadrar nas tipologias históricas de classificação. Esta "recente" realidade determina uma ambivalência que tende a continuar a ser incrementada, desvirtuando, desta forma, possíveis formalismos que se impusessem neste momento. Convêm frisar, que este panorama é sem

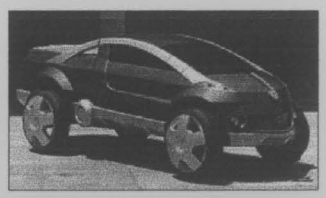


Fig. 194
Volkswagen Pick-up
Estudo de Rodrigo Egberto Galdino
2000

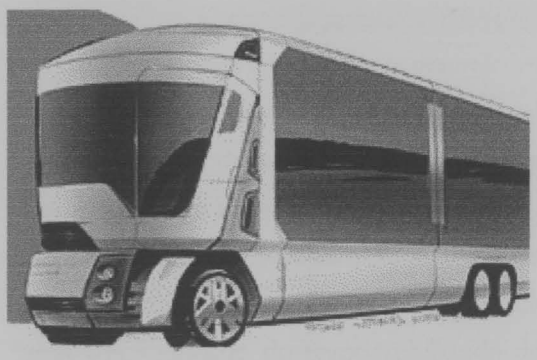
http://www.cardesignnews.com



Fig. 195
Camião Renault
Estudo de Mickaël Mannarino

http://www.cardesignnews.com

dúvida, uma consequência da preocupação do programa / projecto com a «disponibilidade» necessária dos veículos para com os seus utilizadores.



Desta forma, a introdução de novos dados, certamente implicaria alterações de aspectos operativos e formais nos veículos que, por terem "novos" princípios de utilização, teriam que apresentar interfaces que correspondem ás necessidade e expectativas dos utilizadores.

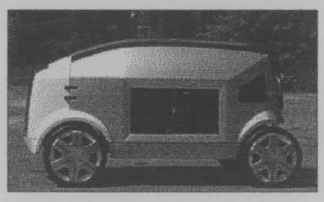


Fig. 196
Mini Van Ford
Estudo Pascal Grappey
2000

http://www.cardesignnews.com

Fig. 197
Isuzu FL-4 truck concept

http://www.cardesignnews.com

4.4.4 Habitáculos

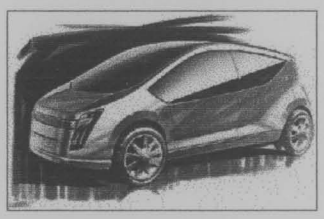


Fig. 198
FILO
Aspecto exterior

http://www.cardesignnews.com

Os habitáculos dos veículos, ao assumir uma importância primordial na relação com os utilizadores, merecem um cuidado especial, na medida em que, a falência da sua disponibilidade, comprometeria directamente a operatividade do sistema.

Das virtudes que se propõem no projecto desta proposta, destaca-se a da disponibilização, no espaço intímo do veículo "individual", de tempo para "viver". A libertação da responsabilidade da condução, que só por si, já seria producente, permite a ocupação do tempo em tarefas, lazer ou descanso. Esta possibilidade permitida no domínio do tempo, tem obrigatoriamente de ter o sua homóloga no âmbito do espaço. É aqui que ressalta a importância do projecto do habitáculo, de forma a justificar e complementar estas duas grandezas.

Mais uma vez, torna-se impossível projectar um proposta suficientemente sólida, que corresponda, mesmo que não integralmente, a uma parte considerável do "problema" imposto pelo programa. Desta forma a procura do isolamento de pontos que se consideram essenciais para a determinação de eixos orientadores, revela-se a atitude mais consciente e honesta.

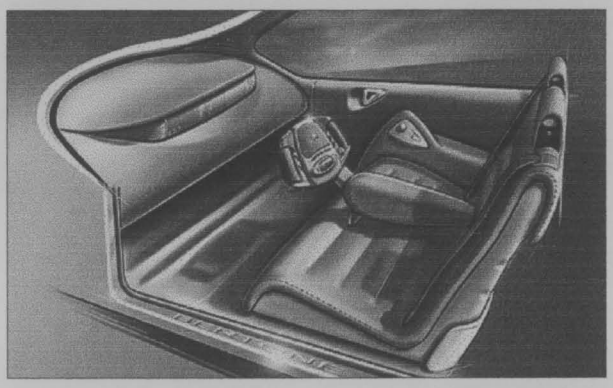


Fig. 199
FILO
Estudo de Bertone para veículo comandado através de joy stick. (principio usado na aeronáutica) Esta proposta evita a coluna de direcção e pedais, libertando espaço para outras actividades. Bertone propõe o conceito de sala de estar através da "libertação" de espaço envolvente aos dois "sofás". 2001

http://www.cardesignnews.com

O habitáculo do veículo deve, de uma forma genérica, assumir e compatibilizar duas atitudes distintas: condução em circuitos rodoviários e "liberdade" de usufruição em marcha automática durante os percursos ferroviários. Desta forma, torna-se incontornável a manutenção do *cockpit* de condução, que independentemente dos formalismos associados, não pode contornar os aspectos que garantam a máxima eficiência para a função. A forma de como este vai estar enquadrado e o seu aspecto tornam-se assuntos secundários. A sua morfologia deve então respeitar as normas de segurança impostas na altura e os predicados considerados essenciais para o óptimo desempenho da sua função. Seria redundante

questionar se a condução seria à esquerda, à direita ou centro, na medida em que, estes aspectos, já históricos, nunca colocaram entraves na condução dos veículos. Mesmo a posição de condução, a interface do

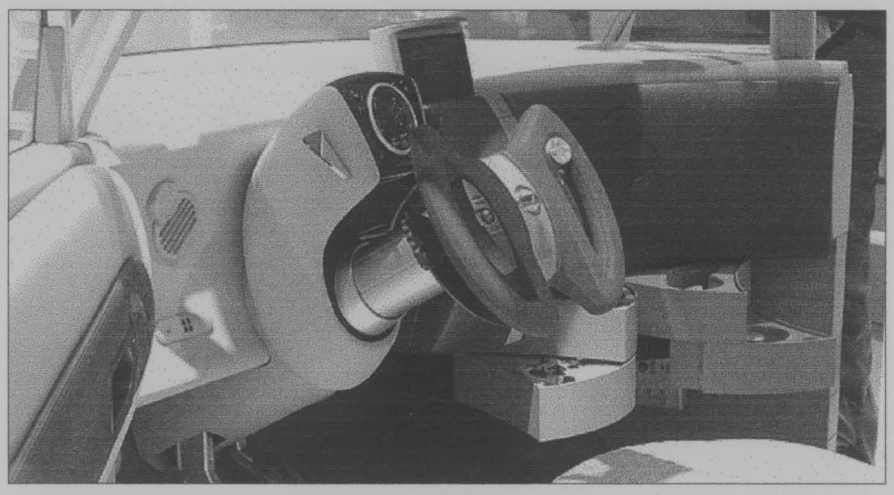


Fig. 200
Nissan Chappo
2001

http://www.cardesignnews.com

volante, pedais ou manete das mudanças, tem radicalmente com o programa do veículo[124] e a época em que foi desenvolvido o projecto.

A disponibilidade do tempo da viagem para trabalhar[125] ou descansar assume-se como um dos pontos altamente vantajosos do programa. A

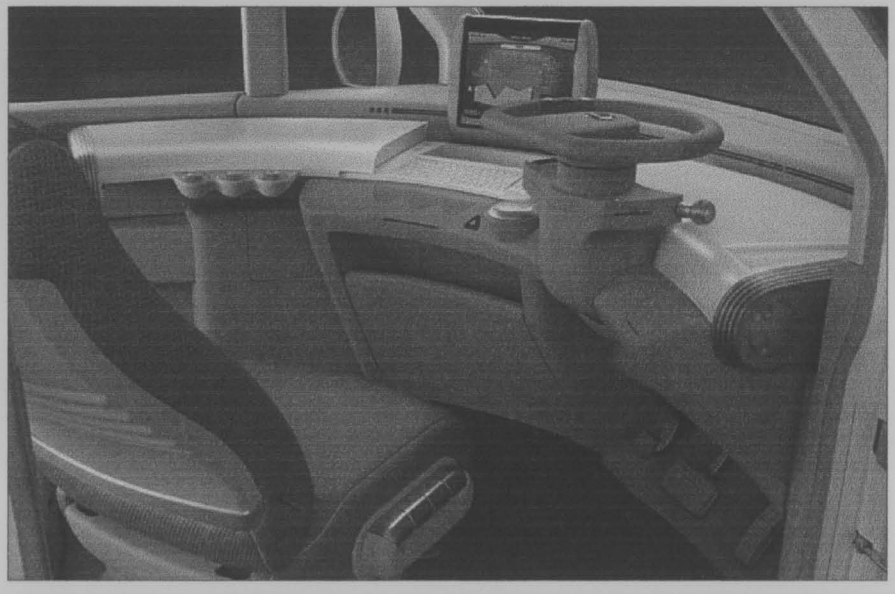




Fig. 201 / 202
Nissan Beeline concept
2002

http://www.cardesignnews.com

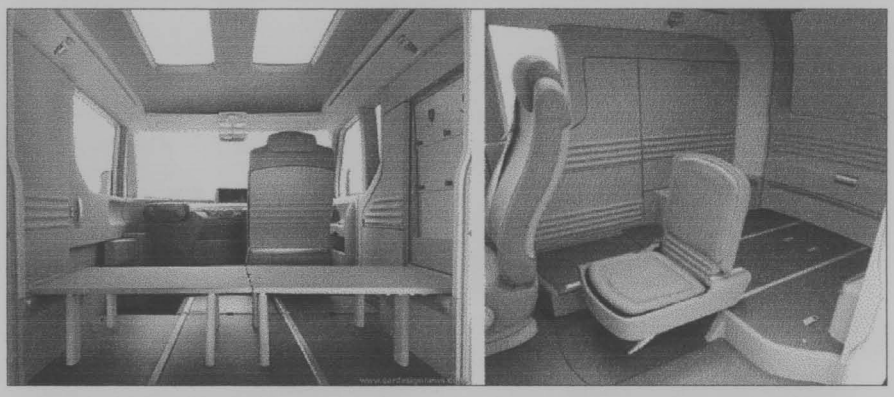
disponibilização e a configuração, ou a flexibilidade de configuração, do espaço e dos elementos que o envolvem, ou por ele são envolvidos,

[124] Embora tenha caído em desuso, foi largamente utilizada por muitas marcas de automóveis, a manete da mudanças na coluna de direcção. Os volante de certos automóveis de competição, só tem em comum com os dos veículos "pesados" o principio de utilização, pois a morfologia é bastante distinta. Os carros com mudanças automáticas não apresentam o pedal de embraiagem e está-se a vulgarizar a engrenagem de velocidades através de "botões" no volante.

[125] Parece razoável considerar o trabalho de carácter intelectual em detrimento do de características mais físicas.

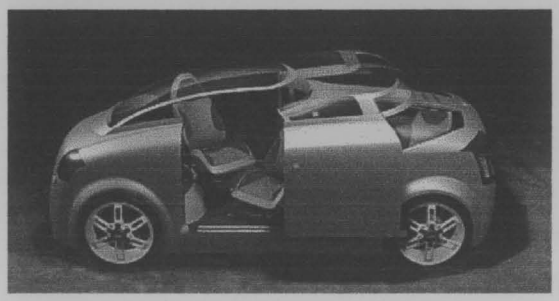
determinam prioritariamente as condições para a prática destas actividades.

A versatilidade, flexibilidade e modularidade são as coordenadas que devem orientar particularmente o projecto de design no desenvolvimento de "espaços" eficientes para as circunstancias propostas.



O *layout* interior será tanto mais operativo, quanto mais e melhor se articularem os seus constituintes.

Os assentos, pelo volume que compreendem, podem ter um papel fundamental no incremento da habitabilidade. Através de uma eficiente metamorfose, devem garantir condições para descansar, trabalhar ou caso estejam "a mais", simplesmente (des)integrarem-se de forma a incrementar o espaço disponível. Para além do obrigatório conforto, as possibilidades de rebatimento, a rotação e a translação serão condições essenciais para garantir a versatilidade do habitáculo. Só assim poder-se-á articular características propícias ao desenvolvimento de actividades laborais ou recreativas (trabalhar em computador[126], ler, escrever), descansar (dormir eventualmente), tomar refeições (em casos "especiais efectuar a sua preparação) e outras actividades "humanas" ao critério de cada utilizador (ou utilizadores).



Vem então a propósito a questão da privacidade. Quando se fala do cumprimento de apreciáveis distancias em que o veículo pode seguir "intimamente" ligado a outros dois (um à frente e outro atrás), e o os ocupantes "libertos de responsabilidades no controle da marcha do veículo,

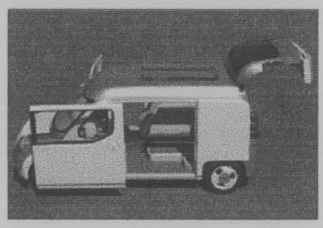


Fig. 203
Nissan Beeline concept
Aspecto exterior
2002

http://www.cardesiannews.com

Fig. 204
Nissan Beeline concept
Interior particularmente modular
2002

http://www.cardesiannews.com

Fig. 205
Audi
Conceito pra automóvel

http://www.cardesignnews.com



Fig. 206
Fiat Stilo
O rebatimento do assento do passageiro disponibiliza uma mesa com "porta-copos".

www.fiat.it

[126] A utilização do computador, não se restringindo às tarefas imediatamente produtivas (processamento de texto, manipulação de bases de dados, tratamento de imagem, desenho, modelação, ou animação, etc.) inclui investigação *online* (internet) ou *offline*, visualização de vídeo, teleconferência, etc.

o projecto deve ter em atenção que estes podem sentir a necessidade de dormir ou "estarem a sós". Desta forma, entende-se legítimo a possibilidade da inviabilização da exposição visual do veículo para o seu exterior. O conceito de "cortinas" deve ser explorado à luz das possibilidades de controle de opacidade e reflexão dos vidros, actualmente



já disponíveis em termos tecnológicos, ficando então a opção de manter a visibilidade para o exterior, impedindo o inverso, ao critério dos ocupantes e das circunstâncias.

A incrementação da habitabilidade implica, por parte do designer, uma



cirúrgica organização de todas as possibilidades de configuração, não só do "ambiente" geral mas também dos pormenores que nunca poderão ser detalhes sem importância. Desta forma, a inclusão de funcionalidades nos "volumes" do habitáculo deve ser uma preocupação fundamental no projecto. Esta problemática carece uma atenção especial de forma a que a



sua interface seja lógica e eficiente, a colocação em posições imediatamente acessíveis, para não se cair no perigo de querer responder a tudo eficientemente.

A inclusão de interfaces de computador (que se considera essencial nesta tipologia de veículos) poderá ser integrado, num primeiro momento, no *tablier* ou nas costas dos assentos dianteiros, mas seria

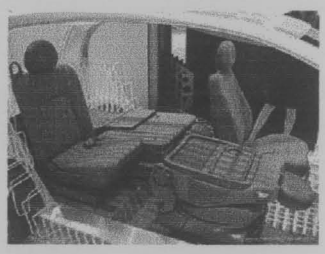


Fig. 207
Opel Meriva
A flexibilidade aqui apresentada poderá ser mais desenvolvida de forma a que as diversas configurações assumam maior significado.

http://www.cardesignnews.com

Fig. 208
Fiat Stilo
A habitabilidade é reforçada pela versatilidade de posições oferecidas pelos acentos

www.fiat.it

Fig. 209 / 210
Habitáculo de camião Volvo
Layout "sala" e layot "quarto"

http://www.volvo.com.au/

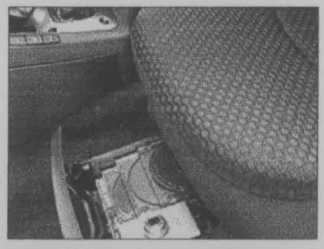


Fig. 211
Fiat Stilo
Compartimentos destinados a conter pequenos objecto.

www.fiat.it

redutor assumir à partida que assim seria, pois a questão é demasiado importante para se poder partir de pressupostos seguros.



Fig. 212
Maybach 62
São visíveis as preocupações na optimização dos espaços disponíveis.

http://www.cardesignnews.com

No capítulo da segurança, entende-se a necessidade de integração da panóplia de sistemas e configurações já existentes, e que venham a existir, relativamente à minorização de danos aos ocupantes em caso de acidente.

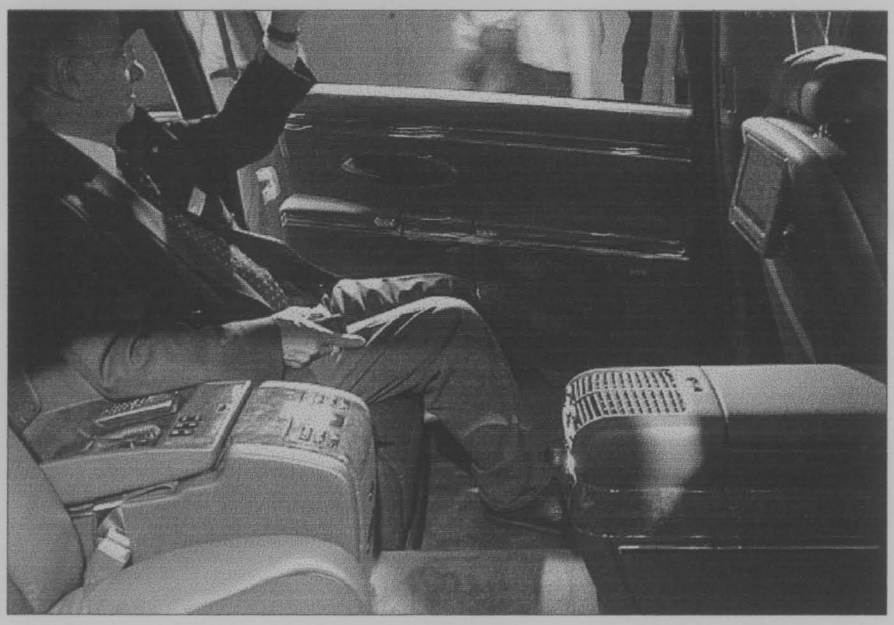


Fig. 213
Maybach 62
Interior

http://www.cardesignnews.com

A inclusão destes "equipamentos", tais como *airbags* inteligentes[127], superfícies interiores sem arestas e de estrutura "macia", cintos de segurança[128], carroçaria de deformação programada[129], habitáculo indeformável, entre outros, tem em conta que os veículos serão expostos aos perigos da estrada e por isso sujeitos, tal como acontece actualmente, a um elevada probabilidade de colisão. Mesmo assim, questiona-se a eficácia destes quando se aumenta as velocidades para valores acima dos

[127] O *Fiat Stilo* possui uma central eléctronica que avalia a dinâmica da colisão, o estado dos cintos de segurança e o peso do passageiro (através do sensor de classificação integrado no banco), o que lhe permite regular a protecção dos *airbags* (*airbags* frontais multistage com sistema inteligente *Smart/OCS* e *airbags* laterais *sidebags* anteriores + *windowbags*)em função das exigências reais em caso de colisão.

[128] Com pré-tensor, limitador de carga e sensor de colocação.

[129] Rara optimizar a absorção de energia em caso de colisão.

200km/h, em que se põe muitas reservas quanto à sobrevivência dos ocupantes em caso de colisão.

Mas a principal preocupação deste estudo, reside na prevenção, ou seja, evitar as probabilidades de existir o acidente. Nesta campo, já se configuram "soluções", geralmente abreviadas por siglas, (*ABS*[130], *EBD*[131], *ASR*[132], *MSR*[133], *ESP*[134]), mas que se apresentam ainda impotentes, para mudar o cenário de calamidade que representa a rede rodoviária. Desta forma maximiza-se as condições de segurança ao conciliar os aspectos presentes com os incrementos propostos nos princípios do programa deste estudo.

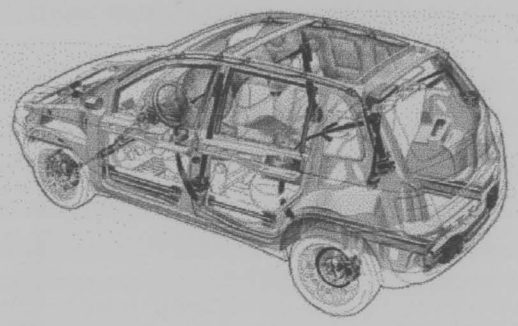


Fig. 214
Fiat Stilo
Os *smart airbags* anteriores têm dois níveis de abertura para responderem às reais exigências em termos de protecção

www.fiat.it

[130] Sistema de anti-boqueio das rodas em travagem.
[131] Sistema repartidor electrónico de travagem.
[132] Sistema de controlo antipatinamento das rodas motrizes em acelaração.
[133] Sistema que impede o bloqueio das rodas anteriores em travagem.
[134] Sistema de controlo de estabilidade.

5 Considerações finais

5 Considerações finais

A análise dos problemas de natureza científica e tecnológica, que caracterizam e condicionam o sistema híbrido proposto, impõe algumas considerações finais sobre o método adoptado.

A reflexão do designer baseia-se numa peculiar interpretação dos aspectos metodológicos. De facto, o raciocínio do designer não procede por equações paramétricas ou por «sólidos» axiomas, mas sim evolui essencialmente através de comparações e conjecturas. Portanto, no lugar dos tradicionais raciocínios baseados na «dedução» (da regra geral ao caso particular) ou na «indução» (do caso particular à regra geral), privilegia-se a «abdução»[1], que se configura como elaboração de hipóteses a partir de exemplos considerados emblemáticos ou paradigmáticos para a realidade que se pretende estudar.

A dimensão cultural que substancia a reflexão do designer expressa-se antes de mais através da capacidade de evitar qualquer tipo de conclusão definitiva, privilegiando o estudo e a compreensão de uma realidade social em contínua evolução. Assim, o conceito de «racionalidade crítica», definido por Habermas e Bonsiepe no âmbito da actualização das preocupações do «projecto moderno», pode ser considerado uma referência essencial para explicar o carácter das considerações elaboradas nesta tese.

O resultado de uma investigação baseada no processo de abdução é evidentemente frágil e provisório, como de resto o são todas as reflexões

[1] Cfr., entre muitos, Umberto Eco, *I limiti dell'interpretazione*, 1990

que se relacionam com questões de carácter sociocultural. Neste sentido, a fragilidade e as indefinições presentes na tese confirmam a existência de uma especificidade na contribuição do designer.

Ao mesmo tempo, a diferença entre as ciências naturais e as ciências sociais (e respectivos métodos) é hoje menos pronunciada que no passado, como de resto evidenciaram Karl Popper ou Boaventura de Sousa Santos[2]. O reconhecimento da complexidade do real impõe então uma mais atenta reflexão sobre as plurais características (e as plurais interpretações) do contexto no qual se opera. Portanto, torna-se necessário privilegiar não apenas o levantamento dos problemas, mas também a relação entre os diferentes aspectos (e diferentes «escalas») da proposta apresentada. Por esta razão, a elaboração do programa de um sistema híbrido e a concepção do projecto correspondente devem ser considerados momentos complementares que necessitam de uma aprofundada reflexão por parte do designer. Assim, as exigências gerais da sociedade, em termos de defesa do ambiente ou de solução de problemas de natureza funcional, dialogam com as exigências específicas do utilizador, no momento do uso do sistema. Neste sentido, as razões que justificam a proposta tornam-se coordenadas para o projecto.

De resto, as responsabilidades do designer na definição de uma estreita relação entre programa e projecto são hoje cada vez mais evidentes, devido à fragmentação dos processos de produção.

A cultura tecnológica do designer expressa-se como resultado da síntese dos avanços do processo de modernização, por um lado, e do horizonte da modernidade, por outro. Assim, nesta tese procurou-se desenvolver uma reflexão sobre uma possível evolução do conceito de mobilidade no respeito da interpretação do artefacto como utensílio capaz de corresponder às características fisiológicas do utilizador.

Por todas estes razões, a presente tese deve ser interpretada como a contribuição inicial que o designer pode oferecer ao debate sobre o desenvolvimento de um sistema híbrido de transporte, antes da definição de um trabalho de investigação pluridisciplinar sujeito a verificações cruzadas de diferentes metodologias, diferentes linguagens e diferentes sensibilidades.

[2] Boaventura de Sousa Santos, *Um discurso sobre as ciências*, 1987

BIBLIOTECA F.E. PORTO

Bibliografia

AAVV, *La Voie de la Mobilité Durable. Réduire les coûts externes des transportes*, UIC – Union Internationale des Chemins de fer / CCFE-CER-GEB – Communauté des Chemins de Fer Européens, s.l., 2000

AAVV, *Livro Branco — A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Comissão Europeia, Luxemburgo, 2001

AAVV, *Vers un espace ferroviare eropéen intégré, Le nouveau paquet ferroviaire*, Direction générale de l'énegie et des transports, Comission Européenne, s.l., s.d.

AUGÉ, Marc, *Non-Lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Éditions du Seuil, s.l., 1992
(tr. pt, *Não-Lugares. Introdução a uma antropologia da sobremodernidade*, Bertrand Editora, Venda Nova, 1994)

BAUDRILLARD, Jean, *Le système des objets*, Éditions Gallimard, s.l., 1968
(tr. pt, *O sistema dos objetos*, 4ª ed., Editora Perspectiva, São Paulo, 2000)

BEUKERS, Andriaan, HINTE, Ed van, *Lightness*, 010 Publishers, Roterdão, 2001

BONSIEPE, Gui, *Dall'oggetto all'interfaccia*, Feltrinelli, Milão, 1995
(tr. es, *Del objeto a la interfase. Mutaciones del diseño*, Ediciones infinito, Buenos Aires, 1999

BONSIEPE, Gui, *Teoria e Pratica del Designo Industriale. Elementi per una manualistica critica*, Feltrinelli, Milão, 1975
(tr. pt, *Teoria e Prática do Design Industrial. Elementos para um manual crítico*, Centro Português de Design, s.l., 1992)

BOURG, Dominique, *Nature et Technique*, Hatier, s.l., 1997
(tr. pt, *Natureza e Técnica. Ensaio Sobre a Ideia de Progresso*, Instituto Piaget, Lisboa, s.d.)

BRANZI, Andrea, *Introduzione al design italiano. Una modernità incompleta*, Baldini & Castoldi, Milão, 1999

BÜRDEK, Bernhard E., *Design: Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung*, DuMont Buchverlag, Köln, 1991
(tr. It, *Design, Storia, teoria e prassi del disegno industriale*, 1ª ed., Arnoldo Mondadori, Milão, 1992)

CHANT, Cristopher, *The World's Railways*, Island Books, Menai Bridge, 2001

CLÉMENT, Élisabeth, DEMONQUE, Chantal, HANSEN-LOVE, Laurence, KAHN, Pierre, *Pratique de la Philosophie de A à Z*, Hatier, Paris, 1994
(tr. pt, *Dicionário prático de Filosofia*, Terramar, Lisboa, 1997)

CONCEIÇÃO, Pedro, ÁVILA, Patrícia, *A Inovação em Portugal: II Inquérito Comunitário às Actividades de Inovação*, Celta Editora, Oeiras, 2001

COSTA, Daciano da, *Design e mal – estar*, Centro Português de Design, s.l., 1998

COSTA, J. Almeida, MELO, A. Sampaio e, *Dicionário da Língua Portuguesa*, 8ª Edição, Porto Editora, Porto, 1988

DESSAUER, Friedrich, *Streit um die Tecnik*, Herder, Frankfurt am Main, 1959
(tr. es, *Discusión sobre la Técnica*, Rialp, Madrid, 1973)

ECO, Umberto, *I limiti dell'interpretazione*, Bompiani, Milano, 1990.

FORTUNA, Carlos (ed.), *Cidade Cultura e Globalização: Ensaios de Sociologia*, 1ª ed., Celta Editora, Oeiras, 1997
(2ª ed., 2001)

FOUQUET, Emmanuel (ed.), *Le Dictionnaire Hachette Encyclopédique*, Hachette, Paris, 1998

FULLER, R. Buckminster, *Operating Manual for spaceship earth*, Southern Illinois University Press, s.l., 1969
(tr. pt, *Manual de Instruções para a nave especial Terra*, 2ª ed., Via Óptima, Porto, 1998)

GIEDION, Siegfried, *Mechanization Takes Command*, Oxford University Press Inc., New York, 1948
(tr. fr, *La mécanisation au pouvoir. Tome I, Les origines*, Denoël/Gonthier, Centre Georges Pompidou/CCI, Paris, 1980)

HABERMAS, Jürgen, *Der philosophische Diskurs der Moderne*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt, 1985
(tr. pt, *O Discurso Filosófico da Modernidade*, 3ª ed., Dom Quixote, Lisboa, 2000)

HALL, Edward T., *The Hidden Dimension*, s.l., 1966
(tr. pt, *A Dimensão Oculta*, Relógio D'Agua, Lisboa, 1986)

HIBBS, John, *Introduction to Transport Studies*, Kogan Page, Londres, 1970
(3ª ed., 2000)

HORNBY, A. S., PARNWELL, E. C., *An English-Reader's Dictionary*, Second Edition, Oxford University Press, Oxford, 1969

KLEIN, Naomi, *NO LOGO. Taking Aim at the Brand Bullies*, s.l., 2000
(tr. pt, *NO LOGO. O poder das marcas*, Relógio D'Agua, Lisboa, 2002)

KUBLER, George, *The Shape of Time*, Yale University Press, New Haven, 1972
(tr. es, *La configuración del tiempo*, Alberto Corazón, Madrid, 1975)

LABAN, Brian, *Cars. The Early Years, Könemann Verlagsgesellschft mbH, Köln, 2000*

LAPOUGE, Gilles., *Utopie et Civilisations*, Weber, Paris, 1973
(Nouvelle édition, Albin Michel, Paris, 1990)

LEROI-GOURHAN, André, *Milieu et techniques (Évolution et Techniques)*, Éditions Albin Michel, s.l., s.d.
(tr. pt, *Evolução e técnicas. II - O meio e as técnicas*, Edições 70, Lisboa, 1984)

LEROI-GOURHAN, André, *Le geste et la parole - la mémoire et les rythmes*, Éditions Albin Michel, s.l., 1965
(tr. pt, *O gesto e a palavra. 2 - Memórias e ritmos*, Edições 70, Lisboa, 2002)

LEROI-GOURHAN, André, *Le geste et la parole – technique et langage*, Éditions Albin Michel, s.l., 1964
(tr. pt, *O gesto e a palavra. 1 - Técnica e linguagem*, Edições 70, Lisboa, 1990)

LORENZ, Christopher, *The Design Dimension: The New Competitive Weapon for Product Strategy and Global Marketing*, Basil Blackwell, Oxford, 1980
(tr. pt, A Dimensão do Design, Centro Português de Design, s.l., 1991)

MALDONADO, Tomás, *Disegno industriale: un riesame*, Feltrinelli, Milão, 1976
(tr. pt, *Design Industrial*, Edições 70, Lisboa 1999)

MALDONADO, Tomás, *Disegno industriale: un riesame*, Feltrinelli, Milão, 1976
(tr. es, C. Artal, *El Deseño industrial reconsiderado*, 3ª ed., Ediciones G. Gilli, México, 1993)

MALDONADO, Tomás, *Il futuro della modernità*, Feltrinelli, Milão, 1987
(tr. es, *El futuro de la modernidad*, 1ª ed., Ediciones Júcar, Madrid, 1990)

MANZINI, Ezio, *Artefatti.Verso un nuova ecologia dell'ambiente artificiale*, Domus Academy, Milão, 1990
(tr. es, *Artefactos. Hacia una nueva ecologia del ambiente artificial*, Celeste Ediciones y Experimenta Ediciones de Diseño, Madrid, 1992)

MANZINI, Ezio, *La materia dell'invenzione*, Arcádia, Milão, 1986
(tr. pt, *A Matéria da Invenção*, Centro Português de Design, Lisboa, 1993)

MARGOLIUS, Ivan, *Automobiles by Architects*, Wiley-Academy, s.l., 2000

MCRAE, Hamish, *The World in 2020*, HarperCollins, s.l., 1994
(tr. pt, *O Mundo em 2020. Política, Cultura e Prosperidade: Uma Visão do Futuro*, Publicações Europa-América, Mem Martins, 1999)

MORELLO, Augusto, «"Discovering Design"means [Re]-discovering Users and Projects», in: *Discovering Design*, The university of chicago press, Chicago, 1995

M., Gerardo Rodríguez, *Manual de Diseño Industrial*, 3ª ed., Ediciones G. Gilli, Naucalpan, s.d.

NOBLET, Jocelyn de, *Design: Le geste et le compas*, Editions Aimery Somogy, Paris, 1988

NOBLET, Jocelyn de, *Design, Miroir du Siècle*, Flammarion, Paris, 1993

RIFKIN, Jeremy, *The Age of Access,* Penguin Putnam Inc., s.l., 2000
(tr. pt, *A Era do Acesso. A revolução da nova economia,* Editorial Presença, Lisboa, 2001)

RILEY, C. J., *The Encyclopedia of Trains and Locomotives,* Michael Friedman Publishing Group, Nova Iorque, 1995

SANTOS, Boaventura de Sousa, *Um discurso sobre as ciências,* Edições Afrontamento, Porto, 1987

SINNEMA, Eric, *Comboios de portugal,* Fagus, s.l., 2002

TOFFLER, Alvin, *The Third Wave,* Collins, Londres, 1980
(tr. es, *La tercera Ola,* Plaza & Janés, Barcelona, 1980)

VALLS, Isabel Campi I, *Iniciació a La Història Del Disseny Industrial,* Edicions 62, Barcelona, 1987
(2ª ed., 1994)

VIEGAS, Francisco José, ABREU, Maurício, *Comboios Portugueses. Um guia sentimental,* Circulo de Leitores, s.l., 1988

WISE, David Burgess, *New Encyclopedia of Automobiles,* Quantum Publishing, Londres, 2000
(tr. pt, *Nova Enciclopédia ilustrada do Automóvel,* Editorial Estampa, Lisboa, 2001)

Revistas e jornais

AAVV, «Verão agrava números da sinistralidade», in: *ACP Revista*, nº 621, Automóvel Club de Portugal, Lisboa, Setembro 2002, pag. 27

CASTRO, F. Almeida e, «Agumas reflexões sobre energia e transportes», in: *Bastão Piloto*, nº 79 Julho, APAC – Associação Portuguesa dos Amigos dos Caminhos de ferro, Lisboa, 1987, pp. 22-31

CIPRIANO, Carlos, «Comboios podem aliviar factura ambiental dos transportes», in: *Público*, 08 de Janeiro, Comunicação Social SA, Lisboa, 2002, pag. 28

CIPRIANO, Carlos, «Externalidades dos transportes custam oito por cento do PNB Europeu. Quioto abre novas perspectivas para os comboios », in: *Público*, 01 de Outubro, Comunicação Social SA, Lisboa, 2001, pag. 10

CIPRIANO, Carlos, «Mais comboios para diminuir acidentes nas estradas. Comunidade dos Caminhos-de-Ferro Europeus», in: *Público*, 13 de Abril, Comunicação Social SA, Lisboa, 1998, pag. 13

CIPRIANO, Carlos, «Nas calmas a 300 à hora», in: *Pública*, nº192, 30 de Janeiro, Público, Comunicação Social SA, Lisboa, 2000, pag. 24

CIPRIANO, Carlos, «Primeira linha do mundo de alta velocidade para 350 km/h. Madrid – Barcelona de combóio em 2h30», in: *Público Economia*, 22 de Abril, Público, Comunicação Social SA, Lisboa, 2002, pag. 20

DUARTE, Arnaldo, «Novidades Volvo S60 R. O mais potente», in: *Super Motores magazine*, nº93 Agosto, Press4 Edições, Lisboa, 2002, pp. 12-13

LEVY, Maurício, «A técnica de localização de móveis chega aos comboios», in: *Bastão Piloto*, nº 204 Novembro/ Dezembro, APAC – Associação Portuguesa dos Amigos dos Caminhos de ferro, Lisboa, 1999, pp. 17-21

LEVY, Maurício, «O caminho-de-ferro e a velocidade», in: *Bastão Piloto*, nº 117/118 Setembro/Outubro, APAC – Associação Portuguesa dos Amigos dos Caminhos de ferro, Lisboa, 1990, pp. 03-08

LEVY, Maurício, «Os países "recordistas de velocidade ferroviária», in: *Bastão Piloto*, nº 191 Setembro/Outubro, APAC – Associação Portuguesa dos Amigos dos Caminhos de ferro, Lisboa, 1997, pp. 14-16

LIMA, Alexandra de, GRAZINA, Chantal, «Dia Europeu sem carros. A 22 de Setembro o carro descansa.», in: *Forum Ambiente*, nº 84, Outubro, Caderno Verde, Porto, 2002, pp. 17-22

MILANO, Maria, FREIRE, Rui Pedro, «Comboios e sistemas relacionais», in: *O Tempo do Design. Anuário 2000*, Centro português de Design, Lisboa, 2000, pp. 124-127

PAIVA, João Manuel, «IORE – Uma locomotiva esforçada / Os vagões Uno», in: *Bastão Piloto*, nº 213 Janeiro/Fevereiro, APAC – Associação Portuguesa dos Amigos dos Caminhos de ferro, Lisboa, 2002, pp. 12-16

RODRIGUES, Rui, «A mudança de bitola», in: *Arquitectura e Vida*, nº 25 Março, Loja da Imagem, Lisboa, 2002, pp. 28-29

SILVA, Pedro, «Supervisão Enzo Ferrari. Superlativo», in: *Super Motores magazine*, nº93 Agosto, Press4 Edições, Lisboa, 2002, pp. 16-19

TALLON, Roger, «Mon TGV», in: *domus dossier* , nº 4, anno 4 Giugno, Editoriale Domus, Milão, 1996, pp. 26-31

VASCONCELOS, António, «A tecnologia da alta velocidade ferroviária», in: *Bastão Piloto*, nº 213 Janeiro/Fevereiro, Lisboa, APAC – Associação Portuguesa dos Amigos dos Caminhos de ferro, 2002, pp. 07-11

VIRILIO, Paulo, «La freccia del tempo», in: *domus dossier* , nº 4, anno 4 Giugno, Editoriale Domus, Milão, 1996, pp. 06-09

Páginas da Internet

AAVV, *Aerodynamics and aeroacustics Research,* Pininfarina S.p.a, http://www.pininfarina.it/eng/research/aerodynamics.html, Turim, 2002.

AAVV, *Batteries - Hibrid Eléctric Vehicle Program,* Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN), Office of Transportation Technologies, U.S. Department of Energy, http://www.ott.doe.gov/hev/batteries.html, s.l., 2002

AAVV, *Chronology of Maglev Transportation Technology in Germany,* Transrapid Internacional, http://www.transrapid.de/en/index.html, Berlin, s.d.

AAVV, *En voiture. Les "Michelines",* http://autorails.free.fr/fmichelin7.htm, s.l., 2002

AAVV, *Especificação técnica de interoperabilidade relativa ao subsistema "energia" (Anexo),* TSIs for the trans-European high-speed rail system, Interoperability of the trans-European high-speed rail system, Comissão Europeia, http://europa.eu.int/comm/transport/rail/library/tsi/tsi4-pt.pdf , s.l., 2002

AAVV, *EV Power Systems (Motors and Controllers),* DOE Field Operations Program, U. S. Department of Energy, http://ev.inel.gov/fop/general_info/power.html, s.l., 2002

AAVV, *Franz Kruckenberg's Schienenzeppelin: Rail Zeppelin,* http://www.modellbahn.com/kruckenberg.html, Great Falls, 2001

AAVV, *Galileu. O projecto europeu da radionavegação por satélite,* Direcção-Geral de Energia e transportes, Comissão Europeia, http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/doc/galileo_info_note_2002_03_26_pt.pdf, Luxemburgo, 2002

AAVV, *Hybrid-Electric Transit Buses,* Center for Transportation Technologies and Systems at the National Renewable Energy Laboratory, a DOE national laboratory, BAT-BUS_nyct_diesel_hybrid.pdf, s.l., 2001

AAVV, *Honda CIVIC HYBRID 2003,* Honda, http://www.hondacars.com/models/model_overview.asp?ModelName=Civic+Hybrid, s.l., 2002

AAVV, *Le transport dans les annees 60, L'aerotrain Bertin,* http://lfey.chez.tiscali.fr/AEROTRAIN.html, s.l., s.d.

AAVV, *Les Michelines.1929-1938 une décennie d'innovations,* Michelin, http://www.michelin.ca/ca/fre/groupe/p1136.htm#MICHELINE, s.l., 1997

AAVV, *Présentation du Pneurail. Les "Michelines",* http://autorails.free.fr/fmichelin2.htm, s.l., 2002

AAVV, *Record runs of high speed trains,* http://luebeck.com/~lux/lo_lx/lore.htm, s.l., 2001

AAVV, *Shinkansen. Japanese Railway Technology: Matching challenges with achievements,* JARTS – Japan Railway Technical Service, http://www.jarts.or.jp/en/tech/sec01.html, s.l., 2002

AAVV, *Síntese do Relatório sobre "A Poluição Atmosférica na Europa em 1997",* Agência Europeia do Ambiente, http://www.eea.eu.int, Copenhaga, 1997

AAVV, *SNCF : 50 ans de records de vitesse,* Société Nationale des Chemins de fer Français, http://www.sncf.com/co/presse/com-188.htm#1 , Paris, 2001

AAVV, *TERM 2001. Indicadores sobre a integração de transportes e ambiente na União Europeia,* Agência Europeia do Ambiente, http://www.eea.eu.int, Copenhaga, 2001

AAVV, *The RAK-project,* scientific work of the department of Computer Integrated Design in cooperation with the Adam Opel AG, Faculty Mechanical Engineering at the Darmstadt University of Technology, http://www.dik.maschinenbau.tu-darmstadt.de/deutsch/forschung/prj_rak2/uk/projektrakframe.html, Darmstadt, 2001

BASTIEN, Stéphane, *L'histoire de l'Aérotrain, L'Aérotrain et Les Naviplanes,* www.aerotrain.net, s.l., 1987

EMME, Eugene M., comp., *Aeronautics and Astronautics: An American Chronology of Science and Technology in the Exploration of Space, 1915-1960,* Washington DC: National Aeronautics and Space Administration, 1961, pp. 19-26 (LAUNIUS, Roger D. (ed.), *Aeronautics and Astronautics Chronology, 1925-1929,* NASA - National Aeronautics and Space Administration, http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/Timeline/1925-29.html, Washington, 2001)

FAIRBANKS, P. Kent, *Locomotive No.999*, Historical Architectural Drawings, http://www.archdrawings.com/locno999.html, s.l., s.d.

KEATING, Oliver, *The Mallard. High Speed Rail*, http://www.o-keating.com/hsr/index.htm, s.l., s.d.

KEATING, Oliver, *Trains vs. Road Vehicles. Will road travel make trains obsolete a second time?*, http://o-keating.com/hsr/cars.htm, s.l., s.d.

LEANDRO, Hugo, *CONVEL (Controlo Automático de Velocidade)*. Sinalização Ferroviária Portuguesa, *http://homepage.esoterica.pt/~hjcl/pt/pt_convel.htm* , s.l., s.d.

LETHBRIDGE, Cliff, History of Rocketry. Chapter 3. Early 20th Century, Spaceline, Inc, http://www.spaceline.org/history/3.html, Cabo Canaveral, 2000

MARTINS Carlos, «Alemanha relança Transrapid» in: *Expresso. Economia & Negócios*, 25 de Novembro, http://primeirasedicoes.expresso.pt/ed1465/e283.asp?ls, s.l., 2000

MÉNDEZ, Rodolfo, *Investigacion sobre la historia de la rueda*, http://www.melodysoft.com/cgibin/foro.cgi?ID=solohistoria1 .contemporanea&msg=56, s.l., 2002

MERRITT, James, *DaimlerChrysler Develops Innovative HEV Vehicles for Future Markets*, Hibrid Eléctric Vehicle Program, Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN), Office of Transportation Technologies, U.S. Department of Energy, http://www.ott.doe.gov/pdfs/dcxhev_factsheet.pdf, s.l., 2002

MISKA, Kurt H., *130 mph With Three-Phase Power in 1903*, http://www-personal.umich.edu/~khmiska/Zossen.htm, s.l., 2002

MITCHELL, Esther, *The history of transportation*, http://mnmn.essortment.com/transportationh_rgly.htm, Copyright by PageWise, Inc., s.l., 2001

PORTIER, *Patrick, Le Pneurail selon Michelin. Les "Michelines"*, http://autorails.free.fr/fmichelin2.htm, s.l., 2002

PROCTER, Greg. L., *Railway Speed Records: World + German*, http://homepages.ihug.co.nz/~procter/SPEED.HTM , s.l., 1997

SCHULZE, Jens, *Neuartige und weiterentwickelte Bahnsysteme. Fahrleitungssysteme, Wintersemester 2001/02 (Novos sistemas de caminho de ferro em curso de desenvolvimento. Sistemas de catenária, Semestre de Inverno 2001/02)*, Betriebssysteme elektrischer Bahnen – Institut für Land- und Seeverkehr (Sistemas de exploração de vias eléctricas. Instituto dos Transportes Marítimos e Terrestres), www.bahnsysteme.tu-berlin.de, Berlim, 2001

SILVA, Luiz Marques, *Levitação magnética*, http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica7/funciona/levitacao.htm, s.l., 2002

SULLIVAN, Rogelio A., *The Ford Program Accelerates Development of Hybrid Configurations*, Hibrid Eléctric Vehicle Program, Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN), Office of Transportation Technologies, U.S. Department of Energy, http://www.ott.doe.gov/pdfs/fordhev_factsheet.pdf, s.l., 2002

TILLIER Clem, NOTTARA Yann, *Early TGV History*, TGVweb, http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/history.html, s.l., 2001

TILLIER Clem, NOTTARA Yann, *TGV Accidents*, TGVweb, http://mercurio.iet.unipi.it/tgv/wrecks.html, s.l., 2001

VENKATESAN, Srinivasan, *Nickel-Metal Hydride Bipolar Battery. Research Results*, Ovonic Battery Company, http://www.ipd.anl.gov/carat/1998projects/ovonic_results.htm, s.l., 1999

ZINOVIEV, D., *Колея железных дорог - Railroad Gauge Width*, http://parovoz.com/spravka/gauges-e.html, s.l., 2002



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA
0000067105