

ÍNDICE

VOLUME I: O Sistema Actual e os seus Desafios

Agradecimentos

Apresentação

Post scriptum

PARTE I: O SISTEMA ACTUAL E OS SEUS DESAFIOS

1. Introdução

1.1 A importância de uma abordagem técnica

1.2 Do antagonismo à sociedade cooperativa

1.3 A técnica, ao serviço da liberdade e da solidariedade

1.4 Soluções convencionais?

2. Os problemas do transporte de passageiros

2.1 A automobilidade

2.2 Desenvolvimento versus mobilidade?

2.3 Um transporte sustentável

2.3.1 Um transporte ecologicamente sustentável

2.3.2 Um transporte economicamente sustentável

2.3.3 Procurar um transporte globalmente sustentável

2.4 A importância das externalidades

2.5 Cálculo das externalidades

2.6 Estimativas publicadas

2.7 Comparação modal das externalidades

2.8 A vantagem do transporte colectivo eficiente

3. Geografia humana e transporte interno, em Portugal

3.1 Geografia e povoamento

3.2 As zonas mais importantes da rede de transporte interno

3.3 O eixo Porto-Lisboa

3.4 O Minho e a península de Setúbal

3.5 O Centro e o Norte interiores

3.6 O Alentejo

3.7 O Algarve

3.8 Observações sobre o conjunto das ligações interurbanas

4. Ligações internacionais

4.1 Portugal e o centro geográfico da Europa

4.2 A Espanha

4.3 A Península Ibérica, a partir de Portugal

4.4 Ligações à Galiza, à Andaluzia e a Badajoz

5. Meios de transporte público mais adequados a Portugal

5.1 Tempo de viagem de cada meio de transporte

- 5.2 Estimativas de consumo energético
- 5.3 O avião
- 5.4 O automóvel privado
- 5.5 Os transportes colectivos terrestres
 - 5.5.1 Estrutura de custos dos transportes colectivos terrestres
 - 5.5.2 O autocarro e o comboio
- 5.6 A concorrência do preço
- 5.7 Meios de transporte público interurbano para Portugal continental
- 6. Características modais da oferta actual no eixo Lisboa--Porto
 - 6.1 Opção ferroviária
 - 6.2 Opção rodoviária pública
 - 6.3 Opção aérea
 - 6.4 Opção em automóvel privado
 - 6.5 Quadro comparativo dos vários meios
 - 6.6 Outras características do transporte público e privado
 - 6.7 Os concorrentes do comboio
- 7. Cenários futuros
 - 7.1 O automóvel e as decisões governamentais
 - 7.2 O congestionamento rodoviário
 - 7.3 O automóvel face às alterações sociais
 - 7.3.1 Os condutores seniores
 - 7.3.2 A condução feminina
 - 7.3.3 Consequências das diferenças etárias e de sexo para o futuro do automóvel
 - 7.4 O longo prazo tecnológico do automóvel
 - 7.5 Transporte rodoviário público
 - 7.6 Via aérea
 - 7.7 Possibilidades competitivas do comboio
- 8. Dimensão do mercado no eixo Lisboa-Porto
 - 8.1 Estudo de procura elaborado pela Consulgal/Transmark
 - 8.2 Estudo de mercado de J. Marques Coelho
 - 8.3 Volume do mercado da ferrovia
 - 8.4 Volume do mercado do transporte rodoviário colectivo
 - 8.5 Volume do mercado do transporte aéreo
 - 8.6 Estimativas do mercado do transporte em automóvel ligeiro
 - 8.7 Mercado total dos vários meios de transporte
 - 8.8 Taxas de crescimento do mercado
 - 8.9 Longo prazo do transporte
 - 8.9.1 Longo prazo do transporte, em geral
 - 8.9.2 O longo prazo num dado corredor de transporte
 - 8.9.3 O longo prazo da tecnologia

- 8.10 Estudos recentes promovidos pela Rave
 - 8.10.1 Situação em 2003
 - 8.10.2 Projecções para 2033
 - 8.10.3 Comentário geral sobre previsões de tráfego (experiência de outros países)
- 9. Constrangimentos impostos pelo mercado
 - 9.1 O tempo de viagem
 - 9.2 Distância entre paragens
 - 9.3 A velocidade máxima e o número de paragens
 - 9.4 Tráfego regional e interurbano
 - 9.5 A importância dos transportes urbanos
 - 9.6 Transportes suburbanos rápidos
 - 9.7 Acesso às cidades
 - 9.7.1 Em que medida interessa situar as estações interurbanas no centro das cidades?
 - 9.8 Lotação dos comboios
 - 9.9 O preço da viagem
 - 9.10 A aceleração
- 10. Sustentabilidade económica do transporte público
 - 10.1 O negócio do transporte de passageiros tem um valor económico enorme
 - 10.1.1 Há um preconceito social contra o transporte público?
 - 10.1.2 O tráfego dos automóveis ligeiros diminuiria, reduzindo as tarifas dos transportes públicos?
 - 10.2 O que aconteceria numa cidade em que o transporte público fosse a alternativa mais rápida?
 - 10.3 O que aconteceria no País, se o transporte público interurbano fosse a alternativa mais rápida?
 - 10.4 O que aconteceria, se o transporte público melhorar, mas não for o mais rápido?
 - 10.4.1 Transporte público urbano sub-ótimo
 - 10.4.2 Transporte público interurbano sub-ótimo
 - 10.4.3 Observações gerais acerca dos transportes públicos sub-ótimos
 - 10.5 A viabilidade económica de um projecto de transporte público

Apêndice 10.1: Povoamento da cidade de Lisboa 246

Apêndice 10.2: A dimensão das cidades portuguesas 250

PARTE II: DOIS ASPECTOS COMPLEMENTARES: A LIGAÇÃO A MADRID E O TRANSPORTE DE MERCADORIAS

- 11. De Lisboa a Madrid
 - 11.1 Tempos de mudança na Península Ibérica
 - 11.2 Estudo de mercado elaborado pelo consórcio Sofrerail/Lusotecna/EGF
 - 11.3 Estudo de mercado de J. Marques Coelho
 - 11.4 Estimativas produzidas por Manuel M. T~ ao
 - 11.5 Comentários às estimativas anteriores de Manuel M. T~ ao
 - 11.5.1 Estimativa do volume de tráfego actual
 - 11.5.2 Transferência modal do avião e do automóvel para o comboio
 - 11.5.3 Novas viagens geradas pela linha de comboio de alta-velocidade

- 11.5.4 As sazonais e os desequilíbrios geográficos da procura
- 11.6 Viabilidade económica de uma linha usual de alta-velocidade para o tráfego de passageiros
 - 11.6.1 A avaliação económica feita por M. M. T~ ao
 - 11.6.2 Estimativas de custos da Sofrerail/Lusotecna/EGF
- 11.7 Uma linha usual de alta-velocidade Lisboa--Madrid e o tráfego de mercadorias
- 11.8 Interesse público de uma linha de alta-velocidade de Lisboa a Madrid
 - 11.8.1 Os benefícios de uma nova ligação ferroviária de alta-velocidade entre Lisboa e Madrid
 - 11.8.2 Algumas consequências económicas de subsidiar uma ligação ferroviária de alta-velocidade entre Lisboa e Madrid
- Apêndice: Informação sobre o tráfego aéreo na Península Ibérica
- 12. Soluções ferroviárias alternativas, para a ligação a Madrid
 - 12.1 Revisão bibliográfica das alternativas propostas para uma linha usual de alta-velocidade
 - 12.1.1 A proposta da Sofrerail/Lusotecna/EGF
 - 12.1.2 A proposta da Ferbritas/SMA/Intraplan
 - 12.2 A dimensão actual do mercado
 - 12.2.1 Novos estudos promovidos pela Rave
 - 12.3 Comentários sobre uma ligação de caminho de ferro economicamente viável entre Portugal e Madrid
- 13. Transporte de mercadorias
 - 13.1 Vantagem competitiva do transporte de mercadorias pelo caminho de ferro
 - 13.2 Distância média percorrida pelos comboios de mercadorias
 - 13.3 Principais clientes dos comboios de mercadorias
 - 13.4 Velocidade média dos comboios de mercadorias
 - 13.5 Comboios lentos de mercadorias
 - 13.6 Comboios de mercadorias de velocidade mais alta
 - 13.7 A disjuntiva
 - 13.7.1 Estudos e tomadas de posição mais recentes
- 14. Breve síntese do segundo volume
 - 14.1 A dimensão dos comboios
 - 14.2 Peso e do traçado
 - 14.3 Velocidade admissível numa linha
 - 14.4 O traçado mais das linhas, o acesso às cidades, a aceleração e a energia
 - 14.5 As estações e a dimensão dos comboios
 - 14.6 Os motores e a alimentação de energia
 - 14.7 Interação entre o comboio e a linha. Rigor geométrico e exigências de manutenção da linha
 - 14.8 O guiamento tradicional dos comboios e os bogies
 - 14.9 O guiamento com rodas laterais
 - 14.10 Automatização
 - 14.11 O conceito de cantão móvel
 - 14.12 A aerodinâmica dos comboios

- 15. Conclusões
- 15.1 Síntese dos principais temas abordados
- 15.2 Os grandes comboios
- 15.3 As pequenas redes
- Bibliografia do primeiro volume
- Lista de siglas
- Lista geral de siglas
- Siglas de algumas companhias ferroviárias
- Lista de figuras do primeiro volume

VOLUME II: Concepção técnica de uma alternativa ferroviária para o transporte de passageiros

Agradecimentos

Apresentação

Post scriptum

1. Introdução

1.1 Povoamento e transporte

1.2 O problema que não existe

1.3 Tempo de viagem, distância entre localidades e velocidade máxima

1.4 Tempo de viagem e frequência

1.5 Capacidade dos comboios

1.6 Efeito de rede

1.7 O puzzle

2. Orografia, acessibilidade, aceleração e consumo

2.1 O acesso ao centro das cidades

2.2 As limitações de inclinação do trainel

2.3 Recuperação da energia cinética

2.4 Conforto dos passageiros numa linha com estações elevadas

2.5 Equações do movimento para travagem e aceleração em linha com pequeno desnível 2.6 Efeito combinado da inclinação longitudinal e da potência de tracção

2.7 Tempo de embarque/desembarque

2.8 Efeitos globais das paragens intermédias

2.9 Síntese do capítulo

3. A necessidade de automatização

3.1 Travagem dos comboios

3.2 Automatização e eficiência

3.3 Automatização: variáveis de entrada

3.4 Integridade física da via

3.5 O sistema tradicional de cantão fixo

3.6 O cantão móvel

4. A qualidade da mesa de rolamento

- 4.1 A escalada da manutenção nas linhas de caminho de ferro
- 4.2 Os defeitos geométricos das superfícies de rolamento
- 4.3 As acelerações verticais dos veículos terrestres
- 4.4 A suspensão vertical poderia ser mais suave?
- 4.5 A qualidade da via e as forças de contacto roda-carril
- 4.6 Primeira apreciação sobre a qualidade geométrica das vias

Apêndice 4.1: Nomenclatura dos movimentos secundários de corpo rígido de um veículo Apêndice 4.2: Apresentação histórica e conceitos fundamentais acerca dos defeitos geométricos das superfícies de rolamento

Apêndice 4.3: Resposta dos sistemas dinâmicos às perturbações da via

- 5. O guiamento ferroviário tradicional
 - 5.1 O princípio do guiamento com eixos de rodas solidárias, bicónicas
 - 5.2 A deformação elástica do contacto roda-carril sob a in do carregamento vertical
 - 5.3 O micro-escorregamento entre a roda e o carril
 - 5.4 A instabilidade de lacete e o micro-escorregamento
 - 5.5 A simulação numérica da dinâmica ferroviária
 - 5.6 O compromisso entre a estabilidade de lacete e o autocentramento
 - 5.7 A não-linearidade geométrica do guiamento tradicional -a conicidade equivalente
 - 5.5.1 Características dos sistemas não-lineares
 - 5.8 Outras tecnologias de guiamento lateral
 - 5.9 Rodas independentes
 - 5.10 Observações finais sobre o conforto dinâmico e o guiamento lateral dos comboios actuais

6. Guiamento lateral por rolamento: uma possibilidade aberta pela automatização

- 6.1 Utilização mais completa do carril, tornada possível pela automatização
- 6.2 Rodas laterais simplesmente directrizes
 - 6.2.1 Resposta em troços rectos de um sistema de rodas laterais simplesmente directrizes
 - 6.2.2 Resposta em curva de um sistema de rodas laterais simplesmente directrizes
- 6.3 Rodas laterais com função resistente

Apêndice 6.1: Resposta em recta de um sistema de rodas laterais simplesmente directrizes

Apêndice 6.2: Resposta em curva de um sistema de rodas laterais simplesmente directrizes

Apêndice 6.3: Cinemática do guiamento de um sistema de rodas laterais com função resistente, num troço recto

Apêndice 6.4: Resposta de um sistema de rodas laterais com função resistente, num troço recto

7. Guiamento com roda lateral em bifurcações

- 7.1 Raio médio de curvatura das bifurcações
- 7.2 Entrada na zona da agulha
- 7.3 Comentários sobre o atravessamento de bifurcações

8. Perfis dos aros e outros aspectos do guiamento lateral

- 8.1 Perfil de usura
- 8.2 Redução das tensões

- 8.3 Geometria dos aros e bifurcações
- 8.4 Travagem com contacto lateral no carril
- 8.5 Balanço global das vantagens e inconvenientes do guiamento com rodas laterais
- 9. Traçado da linha
 - 9.1 Critérios de gestão da infra-estrutura
 - 9.2 Cobrir o território nacional
 - 9.3 Velocidade elevada
 - 9.4 Sobreelevação máxima para comboios automotores curtos
 - 9.5 Sobreelevação máxima para comboios longos
 - 9.6 Conforto dos passageiros
 - 9.7 Conforto a velocidade diferente da velocidade nominal
 - 9.7.1 Comboios pendulares
 - 9.8 Rectificação das curvas
 - 9.9 A electrificação das linhas
- 10. A bitola mais adequada
 - 10.1 Diferenças técnicas entre as bitolas
 - 10.2 Como ultrapassar as diferenças de bitola das linhas
 - 10.3 A dinâmica dos sistemas de guiamento baseados em rodas laterais é independente da bitola da linha
 - 10.4 A adopção da bitola europeia na linha AVE de Sevilha
 - 10.5 A alta-velocidade em Portugal
- 11. O peso dos comboios e o carregamento admissível da via
 - 11.2 Motivos para os comboios serem muito pesados
 - 11.3 Comprimento da composição e peso das carruagens
 - 11.4 Tracção por locomotiva
 - 11.5 Momento de inércia da secção transversal e posição longitudinal dos rodados
 - 11.6 Esforços verticais entre as rodas e os carris
 - 11.7 Esforços laterais entre as rodas e os carris
 - 11.8 As limitações de velocidade das linhas portuguesas
 - 11.9 Outras vantagens de veículos leves
- 12. Tracção
 - 12.1 Resistência dos comboios
 - 12.2 Resistência de rolamento
 - 12.3 A distribuição da tracção pelos vários eixos
 - 12.4 Esforço de tracção mais adequado
 - 12.5 Potência motriz e consumo energético
 - 12.6 Características gerais dos motores eléctricos e dos motores Diesel
 - 12.7 Massa dos motores eléctricos por unidade de potência
 - 12.8 Massa dos motores Diesel por unidade de potência
 - 12.9 Tracção de comboios automotores pequenos

13. Condicionamentos aerodinâmicos

13.1 Estruturação das secções deste capítulo

13.2 Resistência aerodinâmica, energia, ecologia e limitações de aderência

13.3 Principais variáveis da resistência aerodinâmica

13.4 Valores típicos do coeficiente de resistência aerodinâmica

13.5 A importância aerodinâmica das rodas e dos bogies

13.6 A superfície inferior do comboio e a distância ao chão

13.6.1 Modelação do escoamento entre o comboio e o chão e in da distância ao chão na resistência

13.6.2 Informação experimental sobre a distância ao chão

13.7 A carenagem dianteira do comboio

13.8 A extremidade posterior do comboio

13.9 A resistência das paredes laterais

13.9.1 A resistência das paredes laterais em composições tradicionais (composições de várias carruagens)

13.9.2 A resistência das paredes laterais em comboios de pequena lotação

13.10 A resistência dos comboios em túneis

13.11 Estabilidade lateral

13.12 Passagem de comboios diante de estações e cruzamento de comboios

13.13 Passagem em túneis

13.14 Renovação de ar num túnel

13.15 Incêndios e segurança em túneis

13.15.1 O fogo e o fumo

13.15.2 Monorail ao longo do tecto do túnel

13.15.3 Instalação de barreiras no túnel

13.16 Síntese do capítulo

Apêndice 13.1: Estimativa da onda de pressão devida à entrada de um comboio num túnel

Apêndice 13.2: Renovação de ar num túnel

Apêndice 13.3: Dispersão de uma nuvem de fumo num túnel

14. Conforto

14.1 Parâmetros do conforto

14.2 Conforto térmico

14.3 Controlo da pressão

14.4 Conforto acústico

14.4.1 Ruído no espaço exterior

14.4.2 Ruído no espaço interior

14.4.3 Ressonância

14.5 Conforto dinâmico

14.6 O enjoo e o cansaço

14.7 Valores típicos em vários transportes

14.8 Critérios de conforto relativos à aceleração

- 14.8.1 Acontecimentos isolados
- 14.8.2 Forças de muito baixa frequência
- 14.8.3 Frequências mais elevadas
- 14.8.4 Síntese das condições limites de projecto
- 15. Segurança e absorção de choques
 - 15.1 Modo de evitar os choques internos
 - 15.2 Limite de segurança em choques
 - 15.3 Choque contra parede indeformável e imóvel
 - 15.4 Choque contra massa indeformável não fixa
 - 15.5 Choque de dois comboios idênticos
 - 15.6 Fusíveis estruturais
- 16. Características geométricas e funcionais dos comboios de pequena lotação
 - 16.1 A largura do comboio
 - 16.1.1 Minimização da resistência aerodinâmica e do consumo energético
 - 16.1.2 Minimização da tara do comboio
 - 16.2 Comprimento do comboio
 - 16.2.1 Comprimento ocupado pelos assentos
 - 16.2.2 Átrios de entrada e saída
 - 16.2.3 Posição longitudinal dos rodados
 - 16.2.4 Comprimento total do comboio
 - 16.3 Altura do comboio
 - 16.3.1 Comboios de rodas solidárias com o eixo
 - 16.3.2 Rodados de rodas independentes
 - 16.3.3 Efeitos aerodinâmicos externos induzidos pela passagem do comboio
 - 16.4 Localização do ar condicionado
 - 16.5 Localização do equipamento de tracção
 - 16.6 Esquema dos comboios de pequena lotação
 - 16.7 Estações e aspectos operacionais
- 17. Pré-dimensionamento estrutural de veículos de caminho de ferro de pequena lotação 17.1
 - Estimativa do carregamento
 - 17.2 Apoio nas extremidades
 - Apêndice: Fórmulas de cálculo da tensão máxima e da espessura mínima
 - 17.3 Estabilidade estática das longarinas
 - Apêndice: Cálculo de verificação da estabilidade estática
 - 17.4 Estruturas aligeiradas -alumínio
 - 17.5 Estruturas aligeiradas -apoios deslocados em relação à extremidade
 - 17.6 Número de eixos do comboio
 - Apêndice: Equações para o tipo de estrutura considerado na figura 17.11
 - 17.7 Problemas específicos dos comboios curtos
 - 17.8 Centro de massas

18. O custo do material circulante, o custo das instalações fixas e o custo de exploração, de acordo com este projecto

18.1 O preço dos comboios actuais

18.2 Motivos para os comboios serem especialmente caros

18.3 O custo dos comboios propostos neste trabalho

18.4 O preço das instalações fixas

18.5 O CyberTran -um estudo de optimização económica do transporte ferroviário

18.6 O custo das modificações que seria preciso fazer nas linhas

18.6.1 O custo de alterar a sobrelevação das curvas

18.6.2 O custo de fechar totalmente a linha

18.7 O custo de estações elevadas e dos ramais para aceder às povoações

18.8 O custo de exploração do novo sistema

Apêndice: Algumas definições de termos económicos - economias de escala, economias de experiência e sinergias

18.9 Soluções sub-óptimas: principais alternativas

18.10 A migração gradual do sistema vigente para o sistema proposto neste estudo

19. Conclusões

19.1 Síntese dos principais temas abordados

19.2 Que significa competitivo com o transporte individual ?

19.3 O drama escondido: Está satisfeito com o serviço prestado?

19.4 Os equívocos do tempo de viagem

19.5 O desafio tecnológico

Bibliografia do segundo volume

Lista de siglas

Lista geral de siglas

Siglas de algumas companhias ferroviárias

Lista de figuras do segundo volume