INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Estações Ferroviárias de Queluz-Belas e Mercês
Linha de Sintra

Caracterização e análise do fluxo de passageiros

Luís Manuel Madureira de Almeida

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Júri

Presidente:	Professor Doutor Carlos dos Santos Pereira
Orientador:	Professor Doutor Joaquim Jorge da Costa Paulino Pereira
Vogais:	Professor Doutor Fernando José Silva e Nunes da Silva

Novembro 2007

Resumo

Lisboa apresenta uma organização urbana que se enquadra nos parâmetros de uma Megacidade. Para que o sistema de transportes possa corresponder eficazmente à sua evolução é necessário conhecer as expectativas dos passageiros. A análise e compreensão dos fluxos nas estações periféricas de Lisboa permitirá estabelecer o comportamento tipo do passageiro, as suas necessidades, avaliar a adequação da oferta comercial ferroviária e das infra-estruturas de apoio. O conceito de nível de serviço foi aplicado na avaliação dos acessos às estações. A análise do sistema de transportes de Lisboa permitiu identificar que o passageiro da Linha de Sintra dispõe de opções adequadas de mobilidade na cidade com tempos de viagem reduzidos. Para análise das opções de transporte em Lisboa, no âmbito deste trabalho foram construídas isócronas para as redes de autocarros e metropolitano e para o modo pedonal que revelaram uma cobertura significativa da cidade em menos de 15 minutos. No máximo de uma hora, é possível chegar de Mercês e Queluz-Belas aos principais pontos de Lisboa.

Os períodos de ponta identificados na análise do fluxo de passageiros são consentâneos com a dinâmica de uma Megacidade: no sentido do centro de manhã; e para a periferia de tarde. A dificuldade parece existir na falta de complementaridade e opção por concorrência do autocarro e metropolitano e na existência de interfaces adequados na cidade.

Abstract

Knowing the passengers' flows evolution during a day, on a railway station, allowed to identify the pedestrian circulation quality through railway station's accesses and understand the eventual behaviour of the passengers. The identification of the level of service on those accesses allowed to conclude about their adjustment to the registered flows. The establishing of rush hours and flow peaks analysis were a very important element to understand the passenger expectations to the railway transportations.

Whereas in the big metropolitan area city, a brief isochronous analysis about the available means of transportation allowed to know the travel time to the main city points coming from Eixo Norte-Sul railway stations. These isochronous were built for the subway, bus net and pedestrian circulation. For bus and subway were used the operators timetables and for pedestrian circulation was used the average distance obtained from a multiple pedestrian trips made on Lisbon's main avenues. Matching rush hours obtained at suburban railway stations with travel time to Lisbon and between Lisbon's railway stations and city's main points, it was possible to delineate on a simply way Queluz-Belas and Merces' passenger type profile.

Palavras-Chave

Fluxos pedonais de passageiros; Nível de Serviço; Linha de Sintra; Estações ferroviárias; Transporte Ferroviário

Key-words

Pedestrian Passengers' flows; Level of Service; Sintra railway line; Railway stations; Railway transportations

Índice

1. INTRODUÇÃO 11

2. O PEÃO E A CIRCULAÇÃO PEDONAL 14

2.1. APLICAÇÃO AOS ACESSOS NUMA ESTAÇÃO FERROVIÁRIA 14

2.2. O PEÃO 14

2.2.1. Espaço do peão 14

2.2.2. Limitações físicas e psicológicas do peão 16

2.2.3. Circulação dos peões 18

2.2.4. Circulação dos peões em escadas 18

2.3. CARACTERÍSTICAS DA CIRCULAÇÃO PEDONAL 19

2.3.1. Conceitos associados à circulação pedonal 19

2.3.2. Velocidade do peão 20

2.3.3. Circulação em passeios 21

2.3.4. Entradas e torniquetes 22

2.3.5. Circulação em escadas convencionais 23

2.3.6. Zonas de espera 25

2.4. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO 27

2.4.1. Conceito de nível de serviço e aplicação à circulação pedonal 27

2.4.2. Nível de serviço em passeios 28

2.4.3. Nível de serviço em escadas 30

2.4.4. Nível de serviço em zonas de espera 31

2.4.5. Efeito de barramento (platooning) 32

2.4.6. Vantagens e insuficiências da metodologia HCM 33

2.5. MEIOS MECÂNICOS DE TRANSPORTE DE PEÕES 35

a) Elevadores 35

b) Escadas rolantes 35

3. BREVE ANÁLISE DO TRANSPORTE URBANO E SUBURBANO DE LISBOA 37

3.1. DESLOCAÇÕES NA ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA 37

3.2. DESLOCAÇÕES NA CIDADE DE LISBOA 39

a) O caso da Fertagus – eixo Norte-Sul 40

b) Transporte por autocarro 40

c) Metropolitano de Lisboa 43

d) Transporte pedonal 47

3.3. CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA COMERCIAL FERROVIÁRIA NA LINHA DE SINTRA 49

a) Queluz-Belas 50

b) Mercês 52

4. DESCRIÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO 55

4.1. COMENTÁRIOS PRÉVIOS 55
4.2. BREVE CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA DA ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA 55
4.3. O LINHA DE SINTRA E A ESCOLHA DAS ESTAÇÕES 57
4.4. AS LOCALIDADES 61
a) Queluz-Belas 61
b) Mercês 62
4.5. EDIFÍCIOS DE PASSAGEIROS E ACESSOS 64
a) Queluz-Belas 64
b) Mercês 66
4.6. CIRCULAÇÕES E CONSTRANGIMENTOS 67
a) Queluz-Belas 67
b) Mercês 68
4.7. PLATAFORMAS DE EMBARQUE E LAY-OUT 70
a) Queluz-Belas 70
b) Mercês 71
4.8. ENVOLVENTE E ESTACIONAMENTO 72
a) Queluz-Belas 72
b) Mercês 72
4.9. MULTI-MODALIDADE 73
a) Queluz-Belas 73
b) Mercês 75

5. FLUXOS PEDONAIS E NÍVEIS DE SERVIÇO NOS ACESSOS ÀS PLATAFORMAS DAS ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS 76

5.1. COMENTÁRIOS PRÉVIOS 76
5.2. METODOLOGIA DE RECOLHA DE FLUXOS 76
a) Queluz-Belas 76
b) Mercês 77
5.3. QUELUZ-BELAS 77
5.3.1. Dia útil 77
a) Sentido Lisboa 78
b) Sentido Sintra 80
c) Comparação entre ambos os sentidos 81
5.3.2. Fim-de-semana 83
a) Sentido Lisboa 83
b) Sentido Sintra 84
c) Comparação entre ambos os sentidos 86
5.3.3. Comparação entre dia útil e dia de fim-de-semana 86
a) Sentido Lisboa 86

b) Sentido de Sintra 87
c) Comparação entre ambos os sentidos 88
5.4. MERCÊS 89
5.4.1. Dia útil 89
a) Sentido Lisboa 90
b) Sentido Sintra 91
c) Comparação entre ambos os sentidos 92
5.4.2. Fim-de-semana 93
a) Sentido Lisboa 94
b) Sentido Sintra 95
c) Comparação entre ambos os sentidos 96
5.4.3. Comparação entre dia útil e de fim-de-semana 97
a) Sentido Lisboa 97
b) Sentido Sintra 98
c) Comparação entre ambos os sentidos 98
5.5. COMPARAÇÃO DE FLUXOS TOTAIS ENTRE AMBAS AS ESTAÇÕES 99
5.5.1. Dia útil 99
5.5.2. Fim-de-semana 100
5.6. NÍVEL DE SERVIÇO 101
5.6.1. Definição de larguras de constrangimento 101
5.6.2. Nível de serviço nas rampas e escadas 103
5.6.3. Nível de serviço nas escadas rolantes 104
5.6.4. Aplicação de mecanismos de controlo de acessos 105

6. CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS 107

BIBLIOGRAFIA 113

ANEXOS 117

Lista de Anexos

Anexo 1 - Contagem de passageiros na estação de Queluz-Belas 117
Anexo 2 - Contagem de passageiros na estação de Mercês 118
Anexo 3 - Mapa da rede da Carris (Carris, 2007) 119
Anexo 4 - Rede rodoviária de Lisboa – Isócronas para os autocarros urbanos 120
Anexo 5 - Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação de Sete-Rios 121
Anexo 6 - Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação de Entrecampos 122
Anexo 7 - Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação de Roma-Areeiro 123
Anexo 8 - Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação do Oriente 124
Anexo 9 - Lisboa – Isócronas pedonais para alguns pontos da cidade 125

Lista de Figuras

Figura 2.1. Queluz-Belas – Escada Rolante de acesso ao túnel de peões (Fotografia do autor) 14
Figura 2.2. Elipse de Fruin - Adaptação ao sistema métrico de unidades (Crowddynamics, 2007) ... 15
Figura 2.3. Queluz-Belas e Mercês – Fluxo de carrinhos de bebé num dia útil 16
Figura 2.4. Velocidade dos peões – Distribuição das velocidades de circulação (adaptado de Fruin, 1987) 20
Figura 2.5. Velocidade dos peões em passeios – Relação com o espaço disponível do peão (adaptado de Fruin, 1987) 21
Figura 2.6. Fluxo de Passageiros – Relação com a área ocupada em passeios (adaptado de Fruin, 1987) 21
Figura 2.7. Distribuição de velocidade de peões em escadas – Circulação livre em sentido descendente (adaptado de Fruin, 1987) 23
Figura 2.8. Velocidade de peões em escadas – Circulação no sentido ascendente (adaptado de Fruin, 1987) 23
Figura 2.9. Velocidade dos peões em escadas – Relação entre espaço disponível e velocidade no sentido descendente (adaptado de Fruin, 1987) 24
Figura 2.10. Velocidade dos peões em escadas – Relação entre espaço disponível e velocidade no sentido ascendente (adaptado de Fruin, 1987) 24
Figura 2.11. Fluxo de Peões – Relação com densidade em escadas no sentido descendente (adaptado de Fruin, 1987) 25
Figura 2.12. Fluxo de Peões – Relação com densidade em escadas no sentido ascendente (adaptado de Fruin, 1987) 25
Figura 2.13. Zona de espera com fila linear – Bilheteira da estação de Entrecampos (Fotografia de autor) 26
Figura 2.14. Zona de espera com fila não linear sem circulação - Acesso a uma escada rolante (Fotografia do autor) 26
Figura 2.15. Zona de espera com fila não linear com circulação - Entrada num comboio (Fotografia de autor) 26
Figura 2.16. Plataforma de embarque de uma estação ferroviária – Diagrama de circulação (adaptado de Fruin, 1987) 26
Figura 2.17. Representação esquemática das relações entre as grandezas associadas à circulação pedonal (Fruin, 1987) 27
Figura 2.18. Representação gráfica dos níveis de serviço (adaptado de Crowddynamics, 2007) 29
Figura 2.19. Limites do Nível de serviço em passeios – Relação fluxo vs. Espaço por peão (adptado de Fruin, 1987) 30
Figura 2.20. Limites do Nível de serviço em escadas – Relação fluxo vs. Espaço por peão (adaptado de Fruin, 1987) 31
Figura 2.21. Estação de Entrecampos – Passadeiras rolantes (Fotografia do autor) 35

Figura 3.1. Área Metropolitana de Lisboa (AML, 2007) 37
Figura 3.2. Área Metropolitana de Lisboa - Deslocações para o trabalho com destino a Lisboa em 1998 (AML, 2007) 37
Figura 3.3. Área Metropolitana de Lisboa – Acessibilidade a Lisboa em minutos em 1998 (AML, 2007) 37
Figura 3.4. Lisboa – Movimentos pendulares de entrada na cidade (Pereira et al, 2004) 38
Figura 3.5. Número de pessoas residentes em Lisboa e que trabalham noutro concelho (Pereira et al, 2004) 38
Figura 3.6. Lisboa – Modos de transporte na cidade (Rodrigues, 2007) 39
Figura 3.7. Fertagus - Modos de transporte utilizados a montante e jusante do comboio (Inquérito Imagem e Qualidade citado por Dourado, 2007) 40
Figura 3.8. Rede de autocarros de Lisboa - Diagrama de cores (Carris, 2007) 41
Figura 3.9. Rede rodoviária de Lisboa - Isócronas para os autocarros urbanos 42
Figura 3.10. Rede do Metropolitano de Lisboa (Metro Lisboa, 2007) 43
Figura 3.11. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação de Sete Rios 43
Figura 3.12. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação de Entrecampos 44
Figura 3.13. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação do Areeiro 44
Figura 3.14. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação do Oriente 45
Figura 3.15. Metropolitano de Lisboa - Diagrama de carga total diário (Jacob, 2007) 46
Figura 3.16. Metropolitano de Lisboa - Diagrama de carga da ponta da manhã (Jacob, 2007) 47
Figura 3.17. Metropolitano de Lisboa - Diagrama de carga da ponta da tarde (Jacob, 2007) 47
Figura 3.18. Lisboa - Isócronas pedonais para alguns pontos da cidade 48
Figura 3.19. Linha de Sintra - Famílias de Comboios de Segunda a Sexta-Feira (CP, 2007) 49
Figura 3.20. Linha de Sintra - Famílias de Comboios aos fins-de-semana e feriados (CP, 2007) 49
Figura 3.21. Estação de Queluz-Belas – Distribuição de destinos nos dias úteis 51
Figura 3.22. Estação de Queluz-Belas – Distribuição de destinos ao fim-de-semana e feriados 52
Figura 3.23. Estação de Mercês – Distribuição de destinos num dia útil 53
Figura 3.24. Estação de Mercês – Distribuição de destinos ao fim-de-semana e feriados 54

Figura 4.1. Área Metropolitana de Lisboa - Variação populacional em 1991/2001 (AML, 2007) 55
Figura 4.2. Área Metropolitana de Lisboa – Pressão construtiva em 1994 (AML, 2007) 56
Figura 4.3. Área Metropolitana de Lisboa – Densidade e postos de trabalho em 1997 (AML, 2007). 56
Figura 4.4. Área Metropolitana de Lisboa – Especialização sectorial do mercado de trabalho em 1997 (AML, 2007) 56
Figura 4.5. Área Metropolitana de Lisboa – Localidades com mais de 10 000 habitantes na margem Norte em 2000 (CESUR citado por Gaivoto, 2000) 57
Figura 4.6. – Área Metropolitana de Lisboa – Linhas ferroviárias suburbanas (CP, 2007) 57
Figura 4.7. Rede suburbana CP Lisboa - Diagramas de carga (Prieto e Cerejeira, 2003) 58
Figura 4.8. CP Lisboa – Distribuição do tráfego suburbano por linhas (Amorim, 2007) 58
Figura 4.9. CP Lisboa - Oferta comercial ferroviária em 2006 (Amorim, 2007) 58

Figura 4.10. Linha de Sintra (adaptado de CP 2007) 59
Figura 4.11. Eixos ferroviários de Lisboa - Evolução do tráfego médio diário
(CESUR citado por Gaivoto, 2000) 59
Figura 4.12. Linhas de Sintra e Cascais – Diagramas de Carga diários
(CESUR citado por Gaivoto, 2000) 60
Figura 4.13. Linha de Sintra - Número de passageiros.quilómetro 10^6 (Pk) (Brito, 1999)..... 60
Figura 4.14. Linha de Sintra - Número de comboios.quilómetro 10^6 (Ck) (Brito, 1999) 60
Figura 4.15. Queluz e Mercês – Posicionamento relativo na Área Metropolitana de Lisboa
(IGEOE, 2007) 60
Figura 4.16. Queluz – Mapa da freguesia (adptado de IGEOE, 2007) 61
Figura 4.17. Queluz - População residente segundo género e grupo etário (INE, 2007) 61
Figura 4.18. Queluz – Famílias clássicas segundo o número de residentes (INE, 2007)..... 61
Figura 4.19. Queluz – Habilitações literárias da população residente (INE, 2007) 62
Figura 4.20. Queluz – Utilização de edifícios (INE, 2007) 62
Figura 4.21. Queluz e Algueirão/Mem-Martins – População presente e ausente (INE, 2007) 63
Figura 4.22. Algueirão/Mem-Martins – Mapa da freguesia (adaptado de IGEOE, 2007) 63
Figura 4.23. Estação de Queluz-Belas - Corredor da passagem superior (Fotografia de autor)..... 64
Figura 4.24. Estação de Queluz-Belas – Átrio central do edifício de passageiros
(Fotografia de autor) 64
Figura 4.25. Estação de Queluz-Belas – Acesso Norte ao túnel de peões (Fotografia de autor)..... 64
Figura 4.26. Estação de Mercês – Zona de Passageiros (Fotografia do autor) 66
Figura 4.27. Estação de Queluz-Belas - Caminhos preferenciais de circulação..... 68
Figura 4.28. Estação de Queluz-Belas - Plataforma de embarque (Fotografia do autor) 68
Figura 4.29. Estação de Mercês - Zona de conflito no acesso Sul 69
Figura 4.30. Estação de Mercês - Obstáculo na rampa de acesso à plataforma ascendente
(Fotografia do autor) 69
Figura 4.31. Estação de Mercês – Caminhos preferenciais de circulação..... 69
Figura 4.32. Estação de Queluz-Belas – Representação esquemática do lay-out 70
Figura 4.33. Estação de Mercês – Representação esquemática do lay-out 71
Figura 4.34. Estação de Mercês – Via reversível (Fotografia do autor) 71
Figura 4.35. Estação de Mercês - Mobiliário na plataforma (Fotografia do autor) 71
Figura 4.36. e 4.37. Estação de Queluz-Belas – Acessos Sul (esquerda) e Norte (direita)
(Fotografias do autor) 72
Figura 4.38. Estação de Queluz-Belas - Parque de estacionamento (Fotografia de autor)..... 72
Figura 4.39. Estação de Mercês - Acesso Norte (Fotografia do autor) 73
Figura 4.40. Estação de Mercês - Estacionamento (Fotografia do autor)..... 73
Figura 4.41. Estação de Queluz-Belas – Paragem de autocarros (Fotografia do autor) 74

Figura 5.1. Estação de Queluz-Belas – Histograma de fluxos num dia útil 78
Figura 5.2. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil no sentido de Lisboa 78
Figura 5.3. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil no sentido de Sintra 80
Figura 5.4. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil 82
Figura 5.5. Estação de Queluz-Belas – Histograma de fluxos num dia de fim-de-semana 83
Figura 5.6. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), num dia de fim-de-semana, no sentido de Lisboa 83
Figura 5.7. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), num dia de fim-de-semana, no sentido de Sintra 85
Figura 5.8. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), num dia de fim-de-semana 86
Figura 5.9. Estação de Queluz-Belas – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), no sentido de Lisboa, num dia útil e de fim-de-semana ... 87
Figura 5.10. Estação de Queluz-Belas – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), no sentido de Sintra, num dia útil e de fim-de-semana 88
Figura 5.11. Estação de Queluz-Belas – Comparação do fluxo de passageiros total (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil e de fim-de-semana 88
Figura 5.12. Estação de Mercês – Histograma de fluxos num dia útil 89
Figura 5.13. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil, no sentido de Lisboa 90
Figura 5.14. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil, no sentido de Sintra 91
Figura 5.15. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil 92
Figura 5.16. Estação de Mercês – Histograma de fluxos num fim-de-semana 94
Figura 5.17. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana, no sentido de Lisboa 94
Figura 5.18. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana, no sentido de Sintra 95
Figura 5.19. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana 96
Figura 5.20. Estação de Mercês – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), no sentido de Lisboa, num dia útil e de fim-de-semana 97
Figura 5.21. Estação de Mercês – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) no sentido de Sintra, num dia útil e de fim-de-semana 98
Figura 5.22. Estação de Mercês – Comparação do fluxo de passageiros total (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil e de fim-de-semana 98

Figura 5.23. Estações de Queluz-Belas e Mercês – Fluxos de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) totais em dia útil 99
Figura 5.24. Estações de Queluz-Belas e Mercês – Fluxos totais de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) em dia de fim-de-semana 101
Figura 5.25. Estação de Mercês - Acessos analisados 101
Figura 5.26. Estação de Queluz-Belas - Acesso analisado (linha de torniquetes – piso superior) ... 102
(Fotografia do autor) 102
Figura 5.27. Estação de Queluz-Belas - Acesso analisado (saída escada rolante – piso inferior) (Fotografia do autor) 102
Figura 5.28. Estação de Queluz-Belas - Existência de duas filas na escada rolante (Fotografia do autor) 104
Figura 5.29. Metropolitano de Lisboa - Mecanismos de controlo de acessos (Fotografia do autor). 105

Lista de Quadros

Quadro 2.1. Características antropométricas de indivíduos de vários países (Crowddynamics, 2007) 15
Quadro 2.2. Intervalos de tempo entre peões - Observações em diferentes dispositivos (adaptado de Fruin, 1987) 22
Quadro 2.3. Velocidade dos peões em escadas por sexo e idade (adaptado de Fruin, 1987) 24
Quadro 2.4. Larguras de constrangimento habituais (HCM, 1985) 28
Quadro 2.5. Passeios - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (Fruin, 1987) 28
Quadro 2.6. Escadas - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (adaptado de Fruin, 1987) 30
Quadro 2.7. Zonas de Espera - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (adaptado de Fruin, 1987) 32
Quadro 2.8. Efeito de barramento - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (New York City Department of City Planning, 2006) 33
Quadro 2.9. Escadas rolantes – Tempo de atravessamento da secção de entrada (Fruin, 1987) 36

Quadro 3.1. Carreiras urbanas de Lisboa - Distribuição pelas estações ferroviárias 41
Quadro 3.2. Isócronas do metropolitano - Estações abrangidas por cada isócrona 45
Quadro 3.3. Transporte Pedonal - Distâncias percorridas por isócrona nas ruas analisadas 47
Quadro 3.4. Linha de Sintra - Características da oferta de comboios suburbanos nos dias úteis 50
Quadro 3.5. Linha de Sintra - Características da oferta de comboios suburbanos aos fins-de-semana e feriados 50
Quadro 3.6. Queluz-Belas - Tempos de viagem e distâncias a estações servidas pelas famílias de comboios da linha de Sintra 51
Quadro 3.7. Queluz-Belas - Frequências e número de comboios por períodos do dia num dia útil ... 51

Quadro 3.8. Queluz-Belas - Frequências e número de comboios por períodos do dia aos fins-de-semana e feriados 52
Quadro 3.9. Mercês - Tempos de viagem e distâncias a estações servidas pelas famílias de comboios da linha de Sintra 52
Quadro 3.10. Mercês - Caracterização da oferta de comboios de Segunda a Sexta-Feira..... 53
Quadro 3.11. Mercês - Caracterização da oferta de comboios em fins-de-semana e feriados 54

Quadro 4.1. Estação de Queluz-Belas - Características das Escadas convencionais 65
Quadro 4.2. Estação de Queluz-Belas - Características das escadas rolantes..... 65
Quadro 4.3. Estação de Queluz-Belas - Características dos elevadores 66
Quadro 4.4. Estação de Queluz-Belas - Características das rampas 66
Quadro 4.5. Estação de Mercês - Características das escadas convencionais..... 67
Quadro 4.6. Estação de Mercês - Características das rampas 67
Quadro 4.7. Queluz-Belas - Características da oferta rodoviária na estação (Vimeca, 2007)..... 74
Quadro 4.8. Mercês - Características da oferta rodoviária na estação (Scotturb, 2007) 75

Quadro 5.1. Queluz-Belas – Fluxo de passageiros num dia útil por período horário e sentido 77
Quadro 5.2. Queluz-Belas – Fluxo de passageiros no fim-de-semana, por período horário e sentido 83
Quadro 5.3. Mercês – Fluxo de passageiros num dia útil por período horário e sentido 89
Quadro 5.4. Mercês – Fluxo de passageiros num dia de fim-de-semana, por período horário e sentido 93
Quadro 5.5. Estações de Queluz-Belas e Mercês - Larguras de constrangimento nas secções analisadas..... 102
Quadro 5.6. Estações de Queluz-Belas e Mercês - Níveis de Serviço 103

Lista de Siglas e Abreviaturas

AML – Área Metropolitana de Lisboa
REFER – Rede Ferroviária Nacional
CP – Comboios de Portugal
ML – Metropolitano de Lisboa
CARRIS – Companhia dos Carris de Ferro de Lisboa
HCM – Highway Capacity Manual (HCM, 1985)
ASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials

1. Introdução

Com o desenvolvimento das cidades e o aparecimento dos transportes públicos pesados, o dimensionamento do espaço urbano deixou de ser feito em função do peão. Trata-se de um aparente contra-senso porque o trânsito pedonal representa cerca de 90% das viagens nas zonas mais movimentadas das cidades (Fruin, 1987). Mas os transportes públicos permitiram o alargamento das isócronas da cidade chegando-se mais longe em menos tempo.

A facilidade em chegar ao centro da cidade, onde se encontram os empregos, as escolas e todo um conjunto de motivos de interesse, em menos de uma hora, partindo das localidades que se desenvolveram ao longo dos eixos radiais, determinou uma nova conjuntura urbana.

É o caso de Lisboa, partindo das localidades periféricas situadas ao longo das Linhas de Sintra, Cascais e Azambuja. Como consequência deste crescimento, é necessária a abordagem de um conjunto de questões. Em particular o sistema de transportes deve ser encarado de forma integrada, no contexto de uma área metropolitana ou de uma Megacidade.

Este novo contexto urbano coloca as populações a distâncias mais significativas dos centros terciários das áreas metropolitanas, fomentando as deslocações diárias de carácter pendular. No entanto, as dificuldades na utilização e na oferta de transportes públicos levaram a uma natural utilização do automóvel durante vários anos. As políticas de transportes também assentaram no desenvolvimento da rede rodoviária e menos na melhoria dos transportes públicos como o comboio, o metropolitano e a multi-modalidade nos respectivos terminais. Por outro lado, em termos de transportes colectivos de passageiros, o objectivo seguido foi o de oferecer mais, mesmo que não fosse necessariamente a solução mais atractiva.

Actualmente levantam-se duas questões pertinentes. Por um lado, quais são as expectativas das pessoas que moram na periferia dos centros urbanos face ao transporte público no que toca a necessidades de transporte? Por outro lado, se o acesso aos meios de transporte é adequado e facilita os movimentos dos peões? A extensão da análise que permitiria uma resposta adequada a estas questões levou a privilegiar a análise de fluxos. Uma correcta interpretação dos fluxos de passageiros, e sua evolução ao longo do dia, nas estações de partida, permitiu abordar um conjunto de aspectos que contribuíram para dar resposta às questões formuladas. De uma forma sistematizada, alguns dos aspectos analisados foram os seguintes: identificação dos horários de ponta e avaliação da capacidade de resposta da infra-estrutura aos fluxos máximos; relação entre os horários de ponta e os horários associados às diversas motivações para realizar uma viagem até à cidade-mãe; diferenças de evolução de fluxos em estações a diferentes distancias de Lisboa e com diferente influencias desta cidade, em dias com diferentes ofertas; as diferenças de evolução de fluxos comparando dias úteis e fins-de-semana, o que permitiu também avaliar a influência da oferta ferroviária sobre o comportamento tipo do passageiro; o estabelecimento do comportamento tipo do passageiro da Linha de Sintra, em função da estação de partida; o conforto do peão no acesso aos transportes, em particular ao modo ferroviário, através das estações; a caracterização dos edifícios de passageiros, dos serviços prestados, da multi-modalidade, dos caminhos preferenciais, das plataformas de embarque e dos acessos; o nível de serviço e a adequação dos acessos às

plataformas de embarque; o nível de utilização do transporte público ferroviário face às características sociais, económicas e demográficas das localidades onde se inserem as estações que foram seleccionadas para os casos de estudo.

Para além do conhecimento dos fluxos de passageiros, nas estações de partida, foi necessário conhecer as opções de transporte na cidade de Lisboa para que a caracterização de toda a viagem do residente na periferia da AML fosse convenientemente caracterizada. O estudo das redes de autocarro urbano e metropolitano de Lisboa e da circulação a pé foi feito com base no desenho de isócronas. Atendendo aos horários dos operadores, nos diferentes modos, e a uma velocidade média estabelecida por percursos pelo autor realizados na cidade, foi possível construir as referidas isócronas. Esta análise teve como ponto de partida as estações ferroviárias de Sete-Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e Oriente para os modos rodoviário e metropolitano. Para o estabelecimento de isócronas pedonais foram realizados percursos ao longo de alguns eixos de Lisboa, determinando uma velocidade média que depois foi extrapolada para diferentes locais da cidade. Com as isócronas foi possível analisar: a cobertura da cidade em transporte público por períodos de tempo determinados; os tempos médios de viagem entre as estações ferroviárias do eixo Norte-Sul e qualquer ponto de Lisboa; a facilidade de deslocação na cidade para o passageiro proveniente da periferia, de comboio.

A dissertação está dividida em 6 capítulos: o primeiro é o presente, onde se apresenta a estrutura e os pontos fundamentais de análise bem como os objectivos traçados.

O segundo capítulo, intitulado “O Peão e a circulação pedonal”, inclui os critérios que tornam a circulação pedonal confortável ao indivíduo no acesso aos transportes através de diferentes infra-estruturas. Foram referidas as questões relacionadas com a circulação pedonal, tais como o espaço que o peão ocupa, as suas limitações e locomoção para diferentes tipos de estruturas. Foi feita também uma abordagem à metodologia do *Highway Capacity Manual* e consequentemente à definição de níveis de serviço. Apresentaram-se as adaptações consideradas pertinentes a esta metodologia no âmbito da circulação pedonal nas estações ferroviárias e foram definidos os critérios mínimos suficientes para que o peão se sentisse confortável no seu percurso desde que entra na estação até embarcar no comboio. Procurou-se ter sempre presente a necessidade de adaptar todas as considerações ao contexto dos acessos a uma estação ferroviária.

No capítulo três, intitulado “Breve análise do transporte urbano de Lisboa”, procurou-se determinar com alguma exactidão os tempos de viagem necessários para atingir determinados após o passageiro chegar a Lisboa. Caracterizou-se toda a Área Metropolitana de Lisboa e as deslocações na cidade pelos diferentes modos. Seguidamente apresentaram-se os dados obtidos numa análise baseada na obtenção de isócronas para o transporte por autocarro, metropolitano e a pé. O caso da operadora ferroviária do Sul do Tejo foi também analisado não só pelas semelhanças com a Linha de Sintra enquanto via suburbana, como também pela caracterização que a empresa faz do percurso seguido pelos seus clientes, após a viagem de comboio. Procedeu-se também à caracterização da oferta comercial nas estações analisadas enfatizando, as alterações face a períodos de procura previsivelmente diferentes na Linha de Sintra.

No capítulo quatro, intitulado “Descrição dos casos de estudo”, começou-se por enquadrar a Linha de Sintra na Área Metropolitana de Lisboa e caracterizar este corredor modal. Apresentaram-se os critérios que estiveram na base da escolha dos casos de estudo: Queluz-Belas e Mercês, tendo sido adoptados critérios de índole demográfica, social e económica que permitiram a caracterização dos núcleos populacionais abrangidos pelas estações. Desta forma, foi também possível inferir as expectativas e os objectivos de viagem dos seus habitantes, relacionando-os com os fluxos registados. Procedeu-se a uma análise às infra-estruturas em cada uma das estações. Esta análise contemplou os edifícios de passageiros, os acessos, os caminhos preferenciais utilizados pelos passageiros e os respectivos constrangimentos, as plataformas de embarque, o “lay-out” e a sua envolvente. A caracterização da estação segundo estes parâmetros permitiu tecer algumas considerações sobre a adequação do edifício de passageiros aos fluxos que recebe e ao conforto da circulação pedonal. Como se torna cada vez mais habitual a chegada às estações através de veículo privado ou de outros modos de transporte, apresentou-se uma síntese das opções de estacionamento disponíveis e possibilidades de multi-modalidade.

No capítulo cinco, intitulado “Fluxos pedonais e níveis de serviço nos acessos às plataformas das estações ferroviárias”, foram analisados os fluxos registados nas estações ferroviárias em estudo em dias úteis e ao fim-de-semana. A análise destes dados permitiu identificar horas de ponta e compreender as expectativas e o comportamento dos passageiros que utilizam estações suburbanas da cidade de Lisboa. A complementaridade destes dados com as deslocações dentro de Lisboa permitiu identificar os ajustamentos necessários à oferta e fazer propostas para intervir eficientemente sobre o sistema existente. Efectuou-se ainda uma análise do nível de serviço segundo a metodologia do *Highway Capacity Manual* nos acessos das estações ferroviárias, em análise. Este capítulo termina com breves considerações sobre a colocação de mecanismos de controlo de passageiros.

Pretende-se apresentar uma análise abrangente de diversos aspectos relacionados com o dia-a-dia de um passageiro que more na periferia de Lisboa e decida vir a cidade. A diversidade de questões analisadas: os acessos nas estações ferroviárias de partida e toda a sua infra-estrutura, o transporte urbano e suburbano de Lisboa e os fluxos e nível de serviço não permitiram um aprofundamento minucioso de cada uma das temáticas, dada a abrangência da matéria.

2. O peão e a circulação pedonal

2.1. Aplicação aos acessos numa estação ferroviária

As referências à circulação de peões, encontradas na bibliografia, resumem-se quase exclusivamente ao caso do passeio que se desenvolve ao longo das ruas e junto dos edifícios. No entanto, considera-se que a analogia ao contexto dos acessos às plataformas das estações ferroviárias, é possível e admissível. As rampas facilmente se assemelham a passeios de grande dimensão que são constrangidos lateralmente. Este constrangimento devido às paredes também poderá ser assemelhado a uma fachada de edifício de uma qualquer rua.

As escadas foram alvo de uma análise particular já que a circulação através destas estruturas também se reveste de particularidades próprias. Trata-se das estruturas de acesso mais correntes em estações ferroviárias.

As considerações que se seguem serão genéricas à circulação de peões num qualquer espaço mas, sempre que adequado, fez-se a analogia com os acessos das estações em análise recorrendo a exemplos concretos. Esses exemplos ajudarão a perceber estes cenários onde os peões se comportam de forma similar.

2.2. O peão

2.2.1. Espaço do peão

O espaço ocupado pelo peão enquanto se movimenta, determina a largura bruta do local de circulação. Condiciona também a capacidade e o nível de serviço desse local. Considerando que o corpo humano em planta se pode assemelhar a uma elipse, o eixo maior e menor são as principais medidas do corpo humano utilizadas para definir o espaço do peão. O eixo maior, medido ao nível dos ombros, é útil na definição da capacidade das portas, passagens superiores ou inferiores, corredores, escadas ou escadas rolantes.

No entanto, nem sempre são respeitados estes critérios. Tome-se como exemplo a escada rolante de acesso ao piso inferior, a partir da plataforma, na estação de Queluz-Belas. Este tipo de equipamentos é utilizado por passageiros “lentos” e “rápidos”. Os “lentos” encostam-se junto às guardas e seguem parados ao longo da escada. Os “rápidos” circulam pela direita. Como se verá adiante, o eixo maior do espaço ocupado pelo peão é aproximadamente 0.60 metros. As escadas rolantes referidas têm 0.90 metros de largura bruta o que impossibilita a existência de duas linhas de circulação. Esta situação agrava-se na presença de bagagens embora não seja um cenário expectável em estações ferroviárias afectas a serviço suburbano. Desta forma percebe-se que a largura de uma escada rolante tem uma

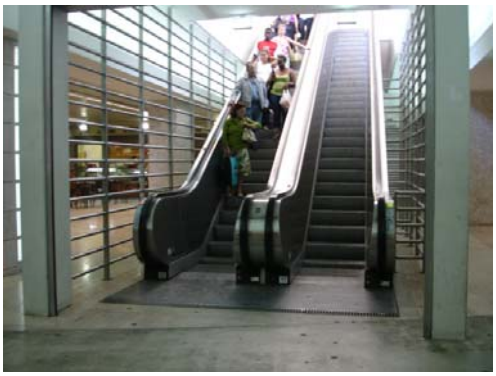


Figura 2.1. Queluz-Belas – Escada Rolante de acesso ao túnel de peões (Fotografia do autor)

influência muito significativa no comportamento adequado de um acesso a uma estação ferroviária. Também é clara a importância do eixo maior do espaço ocupado pelo peão para o adequado dimensionamento do acesso. É importante considerar correctamente o espaço necessário ao movimento do peão. Em caso de multidões, um mau dimensionamento das zonas de peões pode conduzir a graves danos físicos.

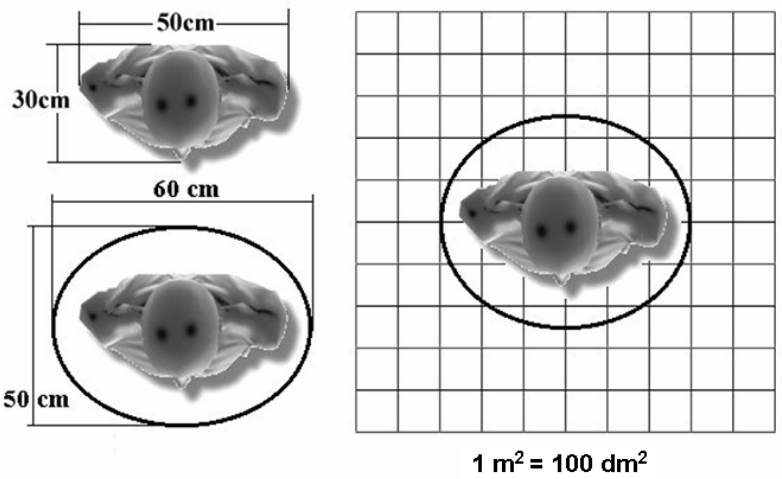


Figura 2.2. Elipse de Fruin **-** Adaptação ao sistema métrico de unidades (Crowddynamics, 2007)

A avaliação das dimensões de um número estatisticamente significativo de indivíduos levou a concluir que o eixo maior é de 0.526 metros (20.7") a que se deve adicionar 0.038 metros (1½") devido à roupa. Este valor devido à roupa é para uma situação desfavorável de roupas "pesadas" no Inverno. Um estudo semelhante considerando o indivíduo vestido concluiu um eixo maior de 0.58 metros (22.8") e um eixo menor de 0.33 metros (13") para mais de 95% dos casos estudados (Fruin, 1987). Entre o primeiro caso, em que são analisados os indivíduos sem roupa e o segundo em que são analisados com roupa, há uma diferença de 1.5 centímetros nas conclusões sobre o eixo maior.

Com base nestes resultados é definida uma elipse que quantifica a área ocupada por um indivíduo. A elipse é definida por um eixo menor de 0.457 metros (18") e um eixo maior de 0.61 metros (24") ocupando uma área de 0.21 m^2 (2.3 $pés^2$) (Fruin, 1987).

Os valores até aqui apresentados correspondem à conversão das dimensões obtidas em estudos conduzidos nos Estados Unidos da América. São

População	Largura (ao nível dos ombros) (cm)	Comprimento (cm)	Área (m^2)
Sexo Masculino			
Britânicos	51.00	32.50	0.26
Polacos	47.50	27.50	0.21
Japoneses	41.00	28.50	0.18
Hong Kong	47.00	23.50	0.17
Americanos	51.50	29.00	0.23
Franceses	51.50	28.00	0.23
Suecos	51.00	25.50	0.20
Suíços	47.50	29.50	0.22
Indianos	45.50	23.50	0.17
Sexo Feminino			
Britânicas	43.50	30.50	0.21
Polacas	41.00	28.50	0.18
Japonesas	42.50	23.50	0.16
Hong Kong	43.50	27.00	0.18
Americanas	44.00	30.00	0.22
Francesas	47.00	29.50	0.22
Suecas	42.50	30.00	0.20
Suíças	45.50	32.50	0.23
Indianas	39.00	25.50	0.16
Média	**45.58**	**28.20**	**0.20**
Máximo	**51.50**	**32.50**	**0.26**

Quadro 2.1. Características antropométricas de indivíduos de vários países (Crowddynamics, 2007)

conhecidas as variações das características antropométricas dos indivíduos conforme a região do mundo. As dimensões apresentadas na Figura 2.2. no sistema métrico, resultam da consideração de indivíduos de vários países conforme se apresenta do Quadro 2.1.

A elipse de Fruin definida na Figura 2.2. ocupa uma área de 0.21 m^2. O espaço adicional não ocupado pelo corpo humano permite contemplar o transporte de diversos artigos de pequeno porte, o balanço dos corpos e questões psicológicas relacionadas com a distância que cada indivíduo considera suficiente deixar para evitar o contacto. Como aplicação prática mais relevante, a elipse de Fruin foi utilizada para determinar a capacidades das carruagens do metropolitano de Nova Iorque (Fruin, 1987)

2.2.2. Limitações físicas e psicológicas do peão

Existem factores intrínsecos a cada peão, físicos e psicológicos, que constituem uma limitação à sua circulação.

Ao nível físico, existem limitações que afectam a capacidade de locomoção e exigem maiores espaços para concretizar esse objectivo. É o caso do uso de cadeiras de rodas. A idade avançada dos peões, o transporte de bagagens volumosas e a utilização de carrinhos de bebé são alguns dos factores que causam limitações físicas à circulação dos peões. Com o envelhecimento da população, devido ao aumento da esperança de vida e à dificuldade de renovação de gerações, tem crescido o número de peões com condições de mobilidade reduzida. Nas estações ferroviárias analisadas, não parece ser problemático o transporte de bagagens ou a utilização de carrinhos de bebé. Apesar de actualmente existirem facilidades no acesso às plataformas por cadeiras de rodas, não foram registados passageiros nestas condições em qualquer uma das estações. Esta ausência pode dever-se à falta de segurança no acesso entre a plataforma e o comboio. Nalgumas estações ainda existe um desnível significativo motivado pela diferença de cotas entre o pavimento do comboio e a plataforma do cais. Os comboios ainda não dispõem de mecanismos de apoio à entrada.

Verificou-se que nos fluxos registados, a presença de carrinhos de bebé não é significativa, na análise efectuada. Entre as 15h e as 20h foram registados em Queluz-Belas 1560 passageiros/hora mas apenas uma média de 4,6 carrinhos de bebé/hora, valor que se considera adequado para uma base de população jovem.

Ao nível psicológico, o comportamento do peão em movimento e a definição do seu espaço particular, é determinado por uma distância que ele considera suficiente face aos restantes indivíduos e por um conjunto de factores relacionados com a idade, o estatuto, o sexo e as

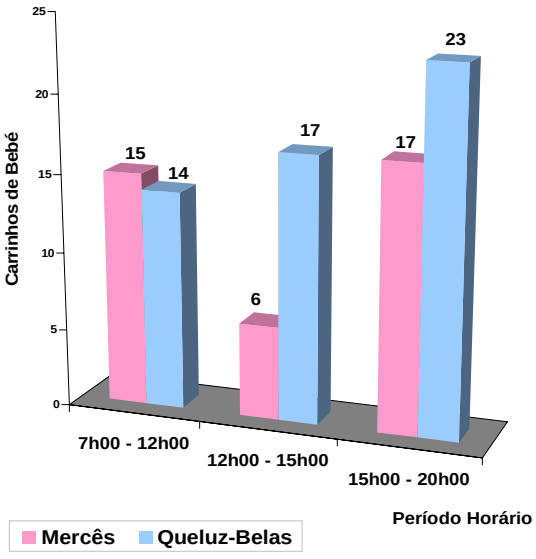


Figura 2.3. Queluz-Belas e Mercês – Fluxo de carrinhos de bebé num dia útil

limitações físicas. O peão não admite a intromissão de outro peões no seu espaço particular a não ser em condições excepcionais (Fruin, 1987). Existem diferentes abordagens ao espaço particular de cada indivíduo, relacionadas com a sua cultura. Algumas sociedades orientais aceitam menos espaço para o peão e maior contacto corporal do que as ocidentais o que leva a concluir que estas últimas podem evidenciar problemas de comunicação (Fruin, 1987). Hall (1966) considerou a existência de quatro tipos de distância baseando-se nas características psicológicas do peão, a alteração do local de circulação, o cheiro, a receptividade térmica, a percepção da envolvente e a possibilidade de contacto: uma distância entre peões superior a 4 metros (12 feet) é caracterizada por um contacto reduzido e dificuldade de percepção dos pormenores, podendo ser designada como distância pública (*public distance*). Se a distância exceder 7 metros, a comunicação oral é feita num tom de voz bastante alto, sendo necessária uma pronúncia adequada e cuidada. É preferível o uso de gestos. Se a distância entre peões for reduzida para um intervalo entre 4 metros (12 feet) e 7 metros (25 feet) será possível reduzir o tom de voz e recorrer-se a gestos menos frequentemente. O sorriso é já perceptível mas não é possível identificar outras características faciais como a cor dos olhos. O intervalo entre 4 a 7 metros será a distância de segurança que permite ao peão tomar uma atitude defensiva se se sentir ameaçado; uma distância que confira potencial vulnerabilidade ao peão pode ser designada por distância social (*social distance*) e ocorre abaixo de 4 metros (12 feet) e até aos 1.2 metros (4 feet). Entre 2 metros (7 feet) e 4 metros (12 feet) processam-se as conversas formais, já que é uma distância em que o movimento do corpo e braços permite a troca de objectos entre as pessoas. Trata-se de uma distância onde ainda não são perceptíveis os detalhes do rosto embora a aparência global o seja. Para uma distância entre 1.2 metros (4 feet) e 2.0 metros (7 feet) pode ocorrer o contacto físico se o peão esticar os braços. Esta distância ocorre em conversas casuais, em particular com pessoas que trabalham juntas ou tratam de negócios informais. São perceptíveis os detalhes do rosto; uma distância entre 1.2 metros (4 feet) e 0.45 metros (2 ½ feet) corresponde ao “círculo de confiança” do peão e pode ser designada como distância pessoal (*personal distance*). Até aos 0.67 metros (2 ½ feet) já é possível um aperto de mãos, o contacto com os braços esticados, a percepção dos detalhes do outro peão e o uso, ou não, de perfumes. Se esta distância for reduzida para 0.67 metros (2 ½ feet) até 0.45 metros (1 ½ feet), o contacto corporal pode ocorrer com algumas extremidades do corpo, apesar de poder ser evitado. É também a distância que normalmente os peões guardam numa fila de espera; uma distância abaixo de 0.45 metros (18”) implica um envolvimento sensorial extremo entre os peões naquilo que se pode designar como uma distância íntima (*intimate distance*). Nestas condições, o contacto físico é inevitável e as características do outro peão são totalmente identificadas. Para evitar contactos indesejáveis, numa multidão, é necessário estabelecer códigos de conduta. Contacto involuntário a esta distância é psicologicamente desconfortável para o peão.

A definição destas quatro categorias de distâncias foi confirmada através de estudos conduzidos por psicólogos e psiquiatras onde foram analisadas as distâncias de aproximação entre peões de ambos os sexos e para diferentes níveis de conforto (Hall, 1966).

2.2.3. Circulação dos peões

Tem-se referenciado o espaço ocupado pelo peão, de um ponto de vista estático. A locomoção exige movimentos dinâmicos e consequentemente espaços mais alargados.

O espaço necessário à locomoção pode ser encarado como a soma de duas parcelas. Uma correspondente a um espaço real (*pacing zone*) e trata-se da área necessária para apoiar o pé. A outra parcela corresponde a um espaço fictício (*sensory zone*), correspondendo à área necessária pelo peão para perceber, avaliar e reagir face a obstáculos ou outras situações. A área do espaço real está dependente da idade, do sexo, das condições físicas do peão e da sua velocidade. A definição da área do espaço real é possível de quantificar, de uma forma relativamente fácil, enquanto que a identificação da área do espaço fictício implica uma compreensão da percepção humana e de factores psicológicos. O fluxo de peões e a inclinação do espaço onde o peão se move são alguns dos factores externos que podem afectar a definição destes dois espaços (Fruin, 1987).

O peão permanece atento ao meio ambiente que o rodeia, desenvolvendo inclusivamente uma "visão locomotora" que pode ser definida como o conjunto de características visuais relacionadas com a avaliação de velocidades, das distâncias e da direcção dos restantes peões. Estes factores permitem ajustar o movimento, em cada momento, evitando colisões e adequando o passo perante obstáculos que surjam. Neste contexto, são óbvias as limitações que um peão com menor capacidade visual apresenta, sendo estes casos objecto de uma análise diferenciada. (Gibson, 1960)

A locomoção implica um movimento contínuo do centro de gravidade do corpo humano e a mobilização de forças de propulsão e de suporte nas pernas e nos pés. Durante o movimento de locomoção e utilizando observações fotográficas detalhadas, verifica-se um balanço para os dois lados do peão de cerca de 0.04 metros. Este balanço não foi medido em grupos significativos de pessoas onde o peão está sujeito a efeitos mais adversos devido à excessiva proximidade de outros indivíduos Estima-se que o balancear possa chegar aos 0.10 metros para cada lado. Trata-se de um dos fenómenos mais desconfortáveis ao circular em zonas muito movimentadas já que a iminência do contacto provoca perdas de balanço. (Fruin, 1971).

2.2.4. Circulação dos peões em escadas

O movimento do peão em escadas é diferente do movimento em plano horizontal que foi anteriormente abordado. Em escadas, existem mais restrições relacionadas com a segurança e as passadas a dar pelo peão. O consumo de energia necessário é de cerca de 10 a 15 vezes superior na subida por uma escada convencional do que no plano horizontal.

Ao subir as escadas, o centro de gravidade do corpo é deslocado para a frente simultaneamente com a elevação de uma perna para transpor o degrau. Ao subir o degrau essa perna torna-se responsável pelo equilíbrio do corpo e contribui para suster todo o peso. A perna que fica no degrau anterior é depois elevada para o seguinte, repetindo esta sucessão de movimentos até ao topo da escada. O movimento combinado das duas pernas permite a ascensão. Na descida, não deverá ser permitido o deslocamento do centro de gravidade do corpo para a frente para evitar a queda. É necessária menos energia para a descida, porque a velocidade é um terço superior à da

subida e é importante uma concentração do peão para evitar o deslocamento do centro de gravidade do corpo demasiadamente para a frente. Desta forma, é fundamental uma descida cautelosa do pé que irá suportar o peso do corpo, no degrau seguinte. A transição de peso de um pé para o outro implica um balanço transversal do corpo de cerca de 0.10 metros (4") semelhante ao referido na circulação no plano horizontal. Por este facto, não é adequada a adopção de larguras múltiplas da largura do ombro do peão sem ter em consideração este efeito de balanço, no dimensionamento de escadas (Fruin, 1987).

Em escada, o peão não selecciona a distância do seu passo. É a altura do degrau que define essa distância para todos os peões independentemente da sua capacidade física para o transpor ou a sua velocidade. Segundo a *American Standards Specifications*, citada por Fruin (1987), é recomendado um máximo de 0.17 metros (7") na altura do degrau com base nas observações de peões com mobilidade reduzida. Este valor verifica-se nas estações ferroviárias analisadas permitindo concluir que estão bem dimensionadas.

A inclinação máxima da escada é também um importante parâmetro de dimensionamento já que afecta o conforto e a energia dispendida pelo peão. Um estudo médico sobre a energia dispendida pelos peões na circulação em escadas com diferentes características, que foi citado por Fruin (1987), concluiu que é mais importante a altura do degrau do que o seu comprimento, velocidade, distância a percorrer ou qualquer outra dimensão, quando se trata de avaliar o consumo de energia. Na prática da concepção de escadas está estabelecido que escadas com uma inclinação superior a 50º ou inferior a 20º são perigosas sendo normalmente adoptada uma inclinação entre 30º e 35º. Uma escada com degraus de 0.17 metros de altura, 0.30 metros de comprimento e um ângulo de 26.5º apresentará as condições mais favoráveis para a circulação de peões. No entanto, a escada, é muitas vezes construída para se adequar ao espaço disponível e não tanto ao conforto do peão.

2.3. Características da circulação pedonal

2.3.1. Conceitos associados à circulação pedonal

As grandezas fundamentais que caracterizam a circulação pedonal são o fluxo, a velocidade e a densidade.

Entende-se por fluxo o número de peões que passam numa determinada secção em determinada unidade de tempo. Habitualmente este valor é representado em peões por unidade de espaço e por unidade de tempo. A partir deste valor, é possível definir a largura bruta necessária à circulação pedonal.

A velocidade é expressa em unidades de distância por unidade de tempo, representando, no modo pedonal, a média de todos os peões que atravessam determinada secção.

A densidade é o número de peões por unidade de área.

A equação de fluxo traduz uma analogia ente a circulação pedonal e o caudal de um fluido num canal, no contexto da Hidráulica, sendo expressa como se apresenta:

$$F = V \times D \quad (1)$$

Na equação 1, F representa o fluxo, V a velocidade média e D a densidade.

Para análise do fluxo de peões, é habitual definir uma característica que se pode definir de intervalo de tempo entre peões sucessivos (*headway*).

2.3.2. Velocidade do peão

A velocidade do peão varia em função do espaço livre que tem à sua frente. Quando não existe um impedimento devido à acumulação de pessoas ou a outras fricções, o peão pode deslocar-se à velocidade desejada. A Figura 2.4. apresenta a distribuição de velocidades obtidas na observação da livre circulação de 1000 peões de ambos os sexos, que não transportavam qualquer bagagem, numa alfândega e num terminal rodoviário de Nova Iorque (Estados Unidos da América). Uma análise mais cuidada dos resultados mostrou que a velocidade média obtida para peões do sexo masculino é de 1.37 m/s (270 feet per minute); para peões do sexo feminino é de 1.29 m/s (254 feet per minute). Considerando um grupo de peões sem distinção de sexo, a velocidade é de 1.35 m/s (265 feet per minute) mas que deverá ser maioritariamente constituído por homens dada a aproximação da sua velocidade ao valor registado para o grupo exclusivamente composto por peões do sexo masculino. Neste estudo surgiram peões lentos e rápidos em todos os grupos analisados.

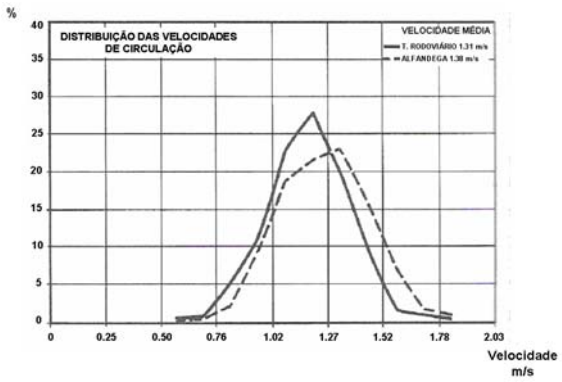


Figura 2.4. Velocidade dos peões – Distribuição das velocidades de circulação (adaptado de Fruin, 1987)

Assumindo que as observações conduzidas nos dois espaços são representativas da população, pode-se concluir que os peões, circulando sem constrangimentos, terão uma velocidade de, pelo menos 0.74 m/s (145 feet per minute), em condições normais de circulação. Abaixo deste valor o movimento está restringido. Acima de 2.39 m/s (470 feet per minute) o peão estará a correr (Fruin 1987).

Como já foi referido, uma circulação normal pressupõe que haja espaço suficiente para o peão se movimentar e reagir adequadamente a eventuais obstáculos. Com o aumento da densidade, a velocidade diminui devido à menor área disponível para a locomoção. Esta situação implica uma menor variabilidade da velocidade à medida que se forma uma multidão. Em grandes aglomerações de pessoas, a circulação só é possível se todos seguirem à mesma velocidade. Não são possíveis ultrapassagens rápidas a peões mais lentos nem é possível seleccionar uma velocidade de circulação própria. A Figura 2.5. apresenta os resultados obtidos numa análise fotográfica ao movimento de peões numa só direcção relacionando a velocidade com o espaço disponível para a circulação do peão.

Através desta Figura percebe-se que quanto maior for a área disponível para o peão, maior pode ser a sua velocidade até este valor se estabilizar para um valor de cerca de 1.37 m/s (270 feet per minute). Quando a área disponível por peão for reduzida, a velocidade é também mais pequena já que o avanço apenas se pode fazer de acordo com um movimento acertado de todos os peões. Nesta situação, a menos que todos os peões decidam consciente e simultaneamente a opção por uma determinada velocidade, é difícil atingir grandes velocidades. Isto acontece porque a escolha individual da velocidade de cada peão numa multidão não permitirá atingir uma velocidade global elevada. Na Figura 2.5., a linha de gráfico atinge uma velocidade nula para uma área disponível de aproximadamente 0.21 m^2 (2.3 square feet) que corresponde à área da elipse de Fruin (Fruin, 1987).

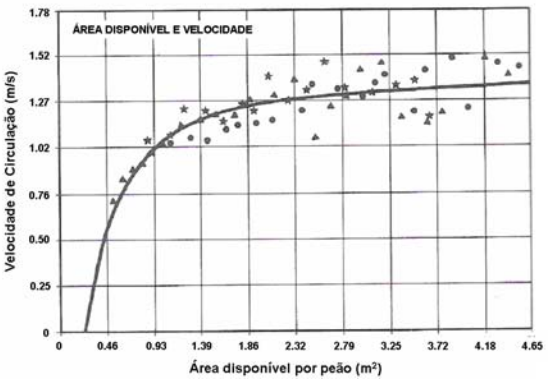


Figura 2.5. Velocidade dos peões em passeios – Relação com o espaço disponível do peão (adaptado de Fruin, 1987)

Diversos estudos concluíram que existe uma enorme diversidade de factores que podem afectar as velocidades de circulação: a idade, a hora do dia, o objectivo da viagem, factores psicológicos e a envolvente urbana. A presença de bagagens, não afecta significativamente a velocidade do peão no grupo (Fruin, 1987).

2.3.3. Circulação em passeios

Como se referiu, o número de peões que passam num determinado ponto em determinada unidade de tempo representa um parâmetro de dimensionamento fundamental nas estruturas destinadas à circulação de peões: o fluxo. Se o fluxo pedonal exceder a capacidade do local em questão surgirão restrições como já foi referido anteriormente. Um ambiente adequado à circulação de peões existirá sempre que a largura da estrutura de circulação seja suficiente para evitar conflitos perante variações de fluxo significativas.

O fluxo aumenta à medida que a área disponível à circulação do peão diminui. Esta situação acontece até atingir determinado ponto crítico onde a circulação se torna restringida devido à falta de espaço. A partir deste momento o fluxo diminui. A consideração deste valor crítico no dimensionamento pode originar restrições com a ocorrência de pequenas variações de fluxo.

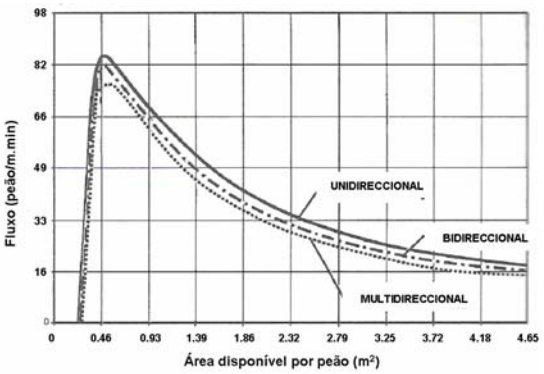


Figura 2.6. Fluxo de Passageiros – Relação com a área ocupada em passeios (adaptado de Fruin, 1987)

Estudos com base na análise fotográfica da circulação de peões estabeleceram a relação entre o fluxo e a densidade. A Figura 2.6. apresenta a generalização de três situações: um fluxo unidireccional; um fluxo bidireccional; e um

multidireccional. Existe uma pequena variação nos diferentes cenários o que sugere que peões circulando em sentido contrário ou o cruzamento de vários sentidos não afectam significativamente o fluxo e a velocidade. O mesmo estudo permitiu ainda concluir que um movimento bidireccional, com valores idênticos de fluxos em ambas as direcções, equivale à capacidade que um movimento unidireccional, no mesmo local. O mesmo não acontece se no caso da circulação bidireccional ocorrerem fluxos diferentes em ambos os sentidos. A quantificação da dificuldade de circulação do sentido dominado é uma boa medida da qualidade de circulação em determinado do local (Fruin 1987).

Nas estações ferroviárias é frequente aconteceram movimentos de peões em várias direcções simultaneamente. Uma situação de fluxo bidireccional ocorre nas escadas de acesso às plataformas no momento da chegada do comboio. Há sempre passageiros mais atrasados que tentam apanhar o comboio no último momento, num sentido contrário à maioria dos peões que naquele momento abandona a plataforma.

2.3.4. Entradas e torniquetes

No espaço destinado à circulação dos peões, podem surgir mecanismos de controlo que impedem a livre circulação do peão e representam um constrangimento. É o caso, por exemplo, dos torniquetes no acesso ao Metropolitano de Lisboa ou no acesso aos estádios de futebol.

Nos exemplos apresentados, o acesso às estruturas, é condicionado pela validação individual de um bilhete. Para além das dimensões inerentes ao espaço ocupado pelo peão é necessário considerar o intervalo de tempo entre cada peão (*headway*) para um correcto dimensionamento do dispositivo. Esse intervalo de tempo entre cada peão será função do tempo que o dispositivo demora a validar o bilhete e a facultar o acesso do peão e do tempo que o peão leva a transpor o torniquete.

O tempo que um peão demora a transpor o torniquete varia conforme a sua maior ou menor capacidade de locomoção. Existe, portanto, um intervalo de tempo diferente para cada peão. Considerando o exemplo de uma porta. Quando um peão abre uma porta é necessário um tempo suficientemente longo para que o peão seguinte possa depois executar o mesmo movimento. Se esse intervalo de tempo for muito pequeno, o peão seguinte chega à porta antes do primeiro a ter atravessado e tem que esperar que ele a franqueie.

Para além das características dos peões, diferentes tipos de mecanismos de controlo também apresentam uma capacidade de resposta diferente. Ou seja, conforme o tipo de mecanismo, é variável o tempo que este demora a dar resposta à passagem de peões consecutivos. O Quadro 2.2.

Tipo de Controlo	Intervalos de tempo entre peões (segundos)	Fluxo (peões/minuto)
Portas (sem restrição ao balanço)	1.0 – 1.5	40 – 60
Portas (uma direcção)	1.7 – 2.4	25 – 35
Torniquete (sem controlo de bilhete)	1.0 – 1.5	40 – 60
Torniquete (com controlo de bilhete)	1.7 – 2.4	25 – 35
Torniquete (introdução de moedas –slot único)	1.2 – 2.4	25 – 50
Torniquete (introdução de moedas – slot duplo)	2.5 – 4.0	15 – 25

Quadro 2.2. Intervalos de tempo entre peões - Observações em diferentes dispositivos (adaptado de Fruin, 1987)

apresenta o intervalo de tempo entre duas unidades de tráfego, para diversos tipos de dispositivo, (Fruin, 1987).

Quando o Metropolitano de Lisboa decidiu colocar dispositivos de controlo de bilhetes no acesso às suas estações, os passageiros queixaram-se da falta de tempo para transpor os torniquetes. O sistema utilizado consistia na abertura de uma porta após a validação com sucesso do bilhete. O tempo de abertura dessa porta era reduzido colocando em causa a segurança do passageiro. A Administração do Metropolitano alterou o tempo de abertura da porta de forma a permitir a passagem, em segurança, do passageiro e evitar a fraude, ou seja que passasse mais do que um passageiro.

2.3.5. Circulação em escadas convencionais

A circulação em escadas é mais restrita conforme se referiu anteriormente. A altura do degrau é o elemento que condiciona a locomoção numa escada, obrigando o peão a um esforço adicional, comparativamente com a circulação no plano horizontal.

A velocidade de circulação numa escada relaciona-se com a altura a subir, ou a descer. Quanto menor for a diferença de cotas, maior será a velocidade do peão. Também a idade, o sexo ou outras limitações físicas afectam a velocidade, na circulação por escadas. Os cuidados a ter com a segurança limitam muitas vezes um movimento mais rápido.

As Figuras 2.7. e 2.8. apresentam as velocidades de 700 peões observadas numa escada interior com degrau de altura de 17.8 centímetros, comprimento de 28.5 centímetros e um ângulo de 32º (escada 1) e numa escada exterior com uma altura de degrau de 15.2 centímetros, comprimento de 30.5 centímetros e um ângulo de 27º (escada 2), respectivamente. Na Figura 2.7., relativamente ao sentido descendente, observa-se a presença de dois grupos de peões devido à existência de dois máximos, na escada 1. Trata-se de um grupo mais rápido e de outro mais lento. O grupo mais lento atinge uma velocidade de cerca de 0.5 m/s, o grupo mais rápido de 1 m/s, o que permite concluir que o grupo mais lento terá preocupações ao nível da segurança sendo representativo da população com limitações de

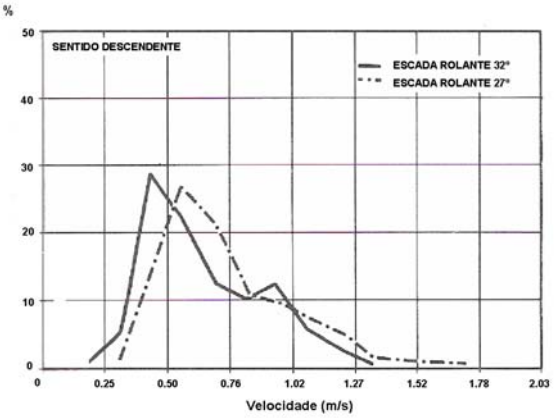


Figura 2.7. Distribuição de velocidade de peões em escadas – Circulação livre em sentido descendente (adaptado de Fruin, 1987)

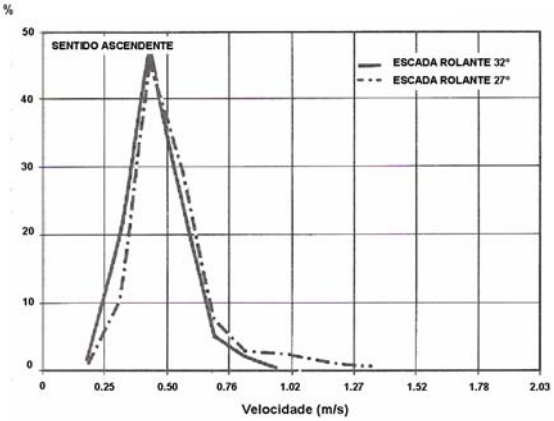


Figura 2.8. Velocidade de peões em escadas – Circulação no sentido ascendente (adaptado de Fruin, 1987)

locomoção. O grupo mais rápido será constituído por peões sem limitações que aproveitam a gravidade para aumentar a velocidade. No sentido ascendente não é evidente a existência destes dois grupos. Neste caso, independentemente da inclinação da escada a velocidade não sofre alterações significativas (Fruin, 1987).

As velocidades médias resultantes destas observações apresentam-se no Quadro 2.3. Note-se que as velocidades apresentadas nesse Quadro referem-se à componente horizontal do movimento para ser mais fácil a comparação com a circulação no plano horizontal. Só desta forma seria também possível a aplicação matemática da equação de fluxo (1).

Devido às restrições arquitectónicas, a densidade não tem um impacto tão significativo na velocidade. Desde que o peão tenha espaço disponível para o seu balançar característico e existam dois degraus disponíveis à sua frente, não se sentirá com o movimento restringido. Estas condições correspondem a uma área disponível de 0.65 a 0.74 m^2/peão. Psicologicamente, os peões que não consigam ultrapassar numa escada sentir-se-ão mais desconfortáveis comparativamente com a circulação no plano horizontal. Este desconforto é provocado pelo facto de estarem confinados a uma escada e pela necessidade de maior concentração (Fruin 1987).

Peões	Sentido Descendente		Sentido Ascendente	
	Escada 1	Escada 2	Escada 1	Escada 2
Idade < 29 anos				
Masculino	0.83 m/s	0.92 m/s	0.56 m/s	0.61 m/s
Feminino	0.59 m/s	0.67 m/s	0.54 m/s	0.56 m/s
Média Grupo	0.76 m/s	0.81 m/s	0.55 m/s	0.58 m/s
30 anos < Idade < 50 anos				
Masculino	0.69 m/s	0.81 m/s	0.51 m/s	0.59 m/s
Feminino	0.51 m/s	0.65 m/s	0.48 m/s	0.54 m/s
Média Grupo	0.63 m/s	0.78 m/s	0.50 m/s	0.58 m/s
> 50 anos				
Masculino	0.57 m/s	0.60 m/s	0.43 m/s	0.41 m/s
Feminino	0.47 m/s	0.56 m/s	0.39 m/s	0.45 m/s
Média Grupo	0.55 m/s	0.59 m/s	0.42 m/s	0.42 m/s
Média Geral	**0.67 m/s**	**0.77 m/s**	**0.51 m/s**	**0.57 m/s**

Quadro 2.3. Velocidade dos peões em escadas por sexo e idade (adaptado de Fruin, 1987)

As Figuras 2.9. e 2.10. apresentam a relação entre a velocidade e o espaço de cada peão disponível para a circulação, no mesmo estudo.

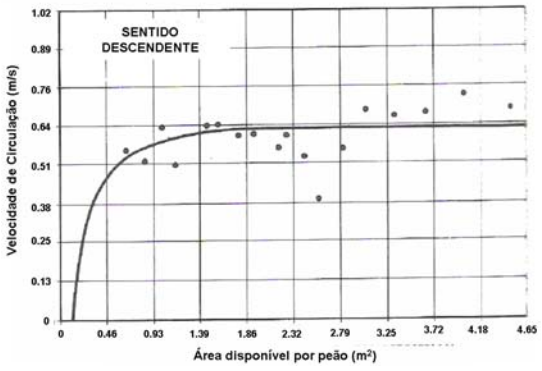


Figura 2.9. Velocidade dos peões em escadas – Relação entre espaço disponível e velocidade no sentido descendente (adaptado de Fruin, 1987)

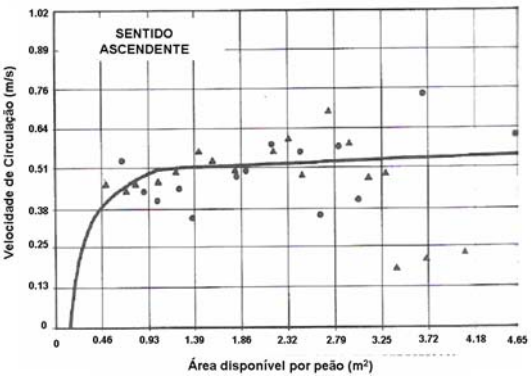


Figura 2.10. Velocidade dos peões em escadas – Relação entre espaço disponível e velocidade no sentido ascendente (adaptado de Fruin, 1987)

De forma semelhante ao já anteriormente abordado, no plano horizontal, quanto menor for o espaço disponível menor será a velocidade. No sentido descendente, a partir de uma determinada área disponível, 0.93 m^2 (10 square feet), o peão poderá livremente escolher a sua velocidade, ou seja, a circulação está livre de quaisquer restrições. O sentido ascendente determina o dimensionamento da escada devido às menores velocidades e fluxos. A variação das observações efectuadas acima de 1.85 m^2 (20 square feet) de área disponível, reforça a ideia de que o peão poderá escolher a sua velocidade livremente (Fruin, 1987).

Apesar de todas as considerações de dimensionamento das escadas e dos aspectos relacionados com o peão e a energia que este despende, é o fluxo de peões esperado, o parâmetro de dimensionamento mais relevante. As Figuras 2.11. e 2.12. apresentam os resultados de uma análise fotográfica à circulação de peões numa escada.

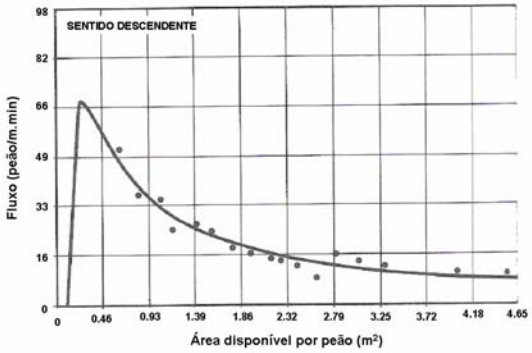


Figura 2.11. Fluxo de Peões – Relação com densidade em escadas no sentido descendente (adaptado de Fruin, 1987)

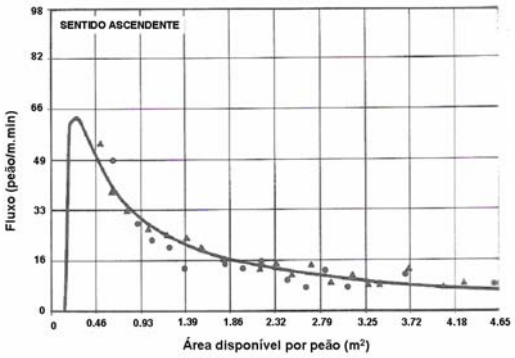


Figura 2.12. Fluxo de Peões – Relação com densidade em escadas no sentido ascendente (adaptado de Fruin, 1987)

O fluxo mais baixo da direcção ascendente determina a largura da escada. Estudos efectuados pela Regional Plan Association of New York, citados por Fruin (1987), indicam que um fluxo de 4 peões.m.min (12 pedestrian.feet.minute) permite uma circulação adequada. Abaixo deste valor ocorrerá a formação de filas e consequentemente a redução do espaço do peão e da sua velocidade. Trata-se de um valor compatível com a área ocupada pelo peão para a sua locomoção em escada e que é de 0.65 a 0.74 m^2.

Devido ao balancear dos peões e as suas características arquitectónicas, as escadas representam estruturas menos flexíveis para a circulação pedonal, comparativamente com o plano horizontal.

2.3.6. Zonas de espera

No contexto da circulação pedonal, uma zona de espera é, uma área onde os peões aguardam o acesso a um espaço, durante um determinado período de tempo.

Existem dois tipos de zonas de espera: onde se formam filas lineares, habitualmente com um atendimento “first in, first out”, e onde se formam filas não lineares em que não existe ordem no atendimento nem na formação da fila. Neste segundo tipo de zonas de espera, pode haver

circulação, como no acesso a escadas rolantes, ou pode não haver circulação, como no acesso aos comboios, nas plataformas de embarque.

Actualmente não existem critérios de dimensionamento das zonas onde se formam estas filas.

Figura 2.13. Zona de espera com fila linear – Bilheteira da estação de Entrecampos (Fotografia do autor)

Figura 2.14. Zona de espera com fila não linear sem circulação - Acesso a uma escada rolante (Fotografia do autor)

Figura 2.15. Zona de espera com fila não linear com circulação - Entrada num comboio (Fotografia do autor)

Frequentemente os espaços são sobredimensionados considerando cidadãos com limitações. No entanto, raramente são consideradas situações de fluxo anormal decorrentes da presença de uma multidão não prevista. Como exemplo de um fluxo anormal e não previsto está o caso da estação do Metropolitano de Lisboa, em Sete Rios, no dia do encerramento do Túnel do Rossio. O facto dos passageiros não terem sido informados com a devida antecedência, que permitisse a selecção de percursos alternativos, levou a uma procura anormal daquela estação de metropolitano. Surgiram problemas para controlar o fluxo de passageiros no acesso às plataformas, através dos torniquetes. As plataformas mostraram-se igualmente insuficientes para dar resposta ao fluxo tendo sido necessária a intervenção policial no controlo do acesso. Cada comboio, da Linha de Sintra, transporta 1700 passageiros, registando-se naquele dia uma frequência de 16 comboios/hora, mais 12 comboios/hora do que normalmente a estação recebia.

As plataformas das estações ferroviárias, ou de metropolitano, constituem também uma zona de espera onde os passageiros aguardam para aceder a determinado serviço. No caso das plataformas, uma área por peão abaixo dos 0.19 m^2 é insuficiente e perigosa. Poderá ocorrer uma situação de fluxo anormal que obrigue os peões a ter que ocupar a zona onde passam os veículos, o que é indesejável. Na Figura 2.16 apresenta-se o diagrama de desimpedimento da plataforma após a chegada consecutiva de comboios.

A elipse de Fruin anteriormente apresentada fornece um instrumento interessante para o dimensionamento destas zonas de espera.

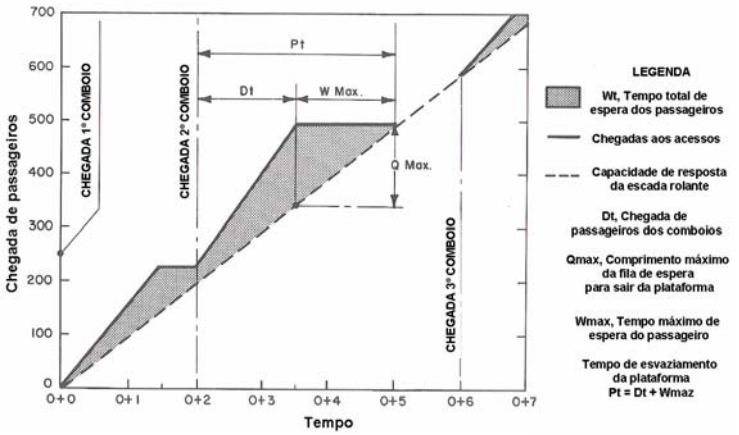


Figura 2.16. Plataforma de embarque de uma estação ferroviária – Diagrama de circulação (adaptado de Fruin, 1987)

2.4. Determinação do nível de serviço

2.4.1. Conceito de nível de serviço e aplicação à circulação pedonal

A base de dimensionamento do espaço destinado à circulação pedonal deverá assentar na consideração de princípios de engenharia e no conforto e segurança do peão. Diferentes contextos implicam a aplicação de diferentes critérios de dimensionamento sejam estes qualitativos ou quantitativos. O dimensionamento do espaço de peões num centro comercial é diferente relativamente a uma estação ferroviária. Os espaços, a envolvência, as expectativas e objectivos do peão são diferentes.

Anteriormente foram indicados alguns dos problemas que surgem quando o dimensionamento é feito em função da capacidade máxima desejada. Um desses problemas é que o peão perde a liberdade de escolher a sua velocidade e o seu percurso, sentindo-se desconfortável. Atendendo a que deverá ser o conforto do indivíduo a determinar o estabelecimento de critérios de dimensionamento, o procedimento mais adequado passa por utilizar uma escala relativa da capacidade máxima, por exemplo o nível de serviço.

O conceito de nível de serviço surgiu inicialmente para aplicação aos fluxos rodoviários. O *Highway Capacity Manual* (HCM) tornou-se a publicação de referência para avaliação do nível de serviço nos sistemas de transporte dos Estados Unidos da América tendo sido posteriormente adaptado para a circulação pedonal.

Para avaliação de fluxos rodoviários, o HCM propõe seis níveis de serviço. Estes níveis são caracterizados com base nos fluxos e avaliação qualitativa das expectativas do condutor. A avaliação qualitativa inclui a liberdade de escolha da velocidade de circulação, a possibilidade de ultrapassagem de outros veículos e a facilidade de mudar de pista. Como no modo rodoviário, também na circulação pedonal terão que ser considerados aspectos semelhantes: a velocidade de circulação, a opção de ultrapassar indivíduos mais lentos e a facilidade em alterar o sentido de circulação em diferentes fluxos.

No contexto da circulação pedonal, o nível de serviço pode ser utilizado para avaliar o desempenho, por exemplo, de um passeio: determinando a necessidade de adaptação; analisando a eficiência após uma alteração introduzida; dimensionando-o, através do cálculo da largura bruta.

Apesar da vantagem dos seis níveis propostos no HCM, é necessário considerar também a evolução dos fluxos: a existência de picos e a sua duração; a utilização dos espaços e a eventual ocorrência de um fenómeno de barramento devido à aglomeração de peões (*plattoning*).

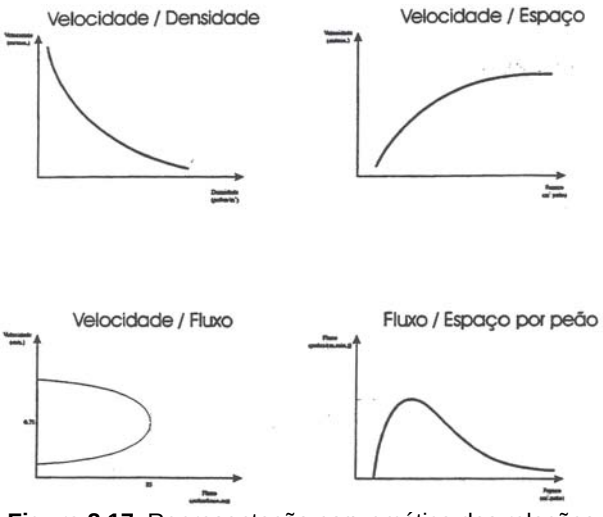


Figura 2.17. Representação esquemática das relações entre as grandezas associadas à circulação pedonal (Fruin, 1987)

A metodologia HCM para análise do nível de serviço envolvendo peões é baseada na recolha de fluxos e no cálculo de largura útil. O fluxo incorpora a velocidade dos peões, a densidade e o volume e é equivalente ao caso dos automóveis. Como já foi apresentado anteriormente, no caso especifico da circulação pedonal, à medida que o fluxo e densidade aumentam, a velocidade dos peões diminui. À medida que a densidade aumenta e a largura útil diminui, a mobilidade permitida a cada peão diminui bem como a velocidade média.

2.4.2. Nível de serviço em passeios

Os limites dos seis níveis que servem de base à metodologia HCM foram determinados com base na velocidade, no espaço disponível à circulação e na probabilidade de conflito dos peões. Esta metodologia faculta os meios para determinar a geometria, em particular a largura bruta, de corredores, passeios ou entradas. Define-se uma largura útil como aquela que os peões podem utilizar permitindo uma distância de segurança a constrangimentos e obstáculos. A largura útil é obtida subtraindo à largura bruta a largura de constrangimento de cada obstáculo e a largura do obstáculo no percurso do peão. A largura de constrangimento representa a distância que o peão deixa relativamente ao obstáculo, quando o contorna, ou relativamente aos limites de circulação, quer sejam um muro, ou uma linha de segurança. O HCM não sugere nenhuma metodologia para obtenção das larguras de constrangimento embora sugira as larguras a utilizar em alguns casos, que se indicam no Quadro 2.4.

Obstáculo	Largura Perdida (m)
Zona de Segurança	
Para a berma do passeio	0.30 / 0.45
Muro ou sebe	0.30 / 0.45
Fachada de edifício	0.60
Montra	0.90
Mobiliário Urbano	
Postes de Iluminação	0.75 / 1.00
Postes de Semaforização	0.90
Sinalização Vertical	0.60
Parcómetros	0.60
Cabinas Telefónicas	1.20
Caixotes do Lixo	0.90
Vegetação	
Árvores	0.60 / 1.20
Locais de vegetação, arbustos	1.50
Usos comerciais	
Quiosques	1.20 / 4.00
Esplanadas, cafés (2 filas de mesa)	2.10

Quadro 2.4. Larguras de constrangimento habituais (HCM, 1985)

Considerando o fluxo pedonal registado no espaço em análise obtém-se o nível de serviço para peões, em conformidade com o Quadro 2.5. Adicionalmente à classificação de A a F, o espaço disponível à circulação para o peão, a velocidade e a relação volume/capacidade (v/c) podem também ser obtidos.

O fluxo de peões (peão/m.min^{-1}) é obtido pelo quociente entre o número de peões que em determinado intervalo de tempo atravessam determinada secção e a largura útil. O HCM sugere a recolha do número de peões em intervalos de 15 minutos, em ambos os sentidos, utilizando a soma total como valor de fluxo.

Nível de Serviço	Espaço /peão m^2/peão	Fluxo peão / (m.min)	Velocidade média km/h
A	$> 3,3$	< 23	4,6
B	$> 2,3$ e $\leq 3,3$	< 33 e ≥ 23	4,5
C	$> 1,4$ e $\leq 2,3$	< 50 e ≥ 33	4,4
D	$> 1,0$ e $\leq 1,4$	< 65 e ≥ 50	4,1
E	$\geq 0,5$ e $\leq 1,0$	≤ 80 e ≥ 65	3,3
F	$< 0,5$	< 80	$\leq 3,3$

Quadro 2.5. Passeios - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (Fruin, 1987)

A um nível de serviço A está associada uma área para cada peão

suficiente para que este possa definir a sua velocidade, ultrapassar peões mais lentos e evitar conflitos com outros indivíduos. É um nível de serviço associado a edifícios públicos ou praças sem a ocorrência de períodos de ponta característicos ou restrições de espaço.

O nível de serviço B corresponde à existência de espaço suficiente para circulação a uma velocidade normal e ultrapassagem de outros peões num só sentido. Surgem pequenos conflitos se existir circulação bidireccional ou cruzamento de linhas de circulação preferenciais. É um nível de serviço adoptado para o dimensionamento de terminais de transportes e edifícios com horários de ponta pouco significativos.

O nível de serviço C provoca restrições à escolha de velocidade de circulação e ultrapassagem dos peões. A probabilidade de conflito aumenta na presença de cruzamento de fluxos sendo necessário efectuar ajustes de velocidade para evitar o contacto. Apesar de constituir um nível de serviço razoável, é possível que ocorram interacções entre os peões, em particular no contexto de fluxos multidireccionais. Trata-se de um nível compatível com terminais de transportes, edifícios públicos e espaços ao ar livre onde ocorram períodos de ponta significativos.

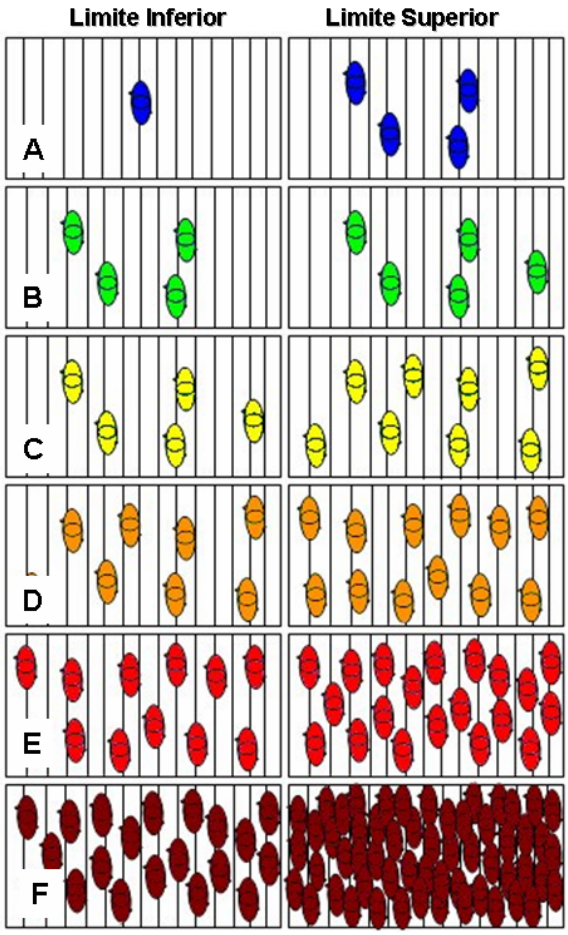


Figura 2.18. Representação gráfica dos níveis de serviço (adaptado de Crowddynamics, 2007)

O nível de serviço D implica que a maioria dos peões tenha a sua velocidade reduzida devido às dificuldades de ultrapassar e a necessidade de evitar conflitos. Peões em sentido contrário ao fluxo preferencial ou cruzando esse fluxo serão severamente restringidos. Existe a probabilidade de intermitentemente se atingir a densidade critica, causando paragens. É um nível de serviço a considerar apenas em áreas onde se esperem grandes multidões.

No nível de serviço E todos os peões têm, virtualmente, restringida a sua velocidade, necessitando de diversos ajustamentos para evitar conflitos. A área disponível para ultrapassagem é reduzida e existem enormes dificuldades em alterar o sentido de circulação. Trata-se de um nível de serviço que pode ocorrer numa zona de espera provocada por uma chegada pontual de indivíduos que excedam a capacidade do espaço. Só é aceitável que ocorra, por exemplo, em estádios desportivos ou estações ferroviárias. A aceitação da ocorrência deste nível de serviço implica um minucioso cuidado no dimensionamento das restantes infra-estruturas reservadas ao peão.

Com um nível de serviço F, a velocidade de circulação está bastante restringida e o avanço apenas é possível com enorme desordenação. São frequentes os contactos com outros peões e são

virtualmente impossíveis as alterações de sentido de circulação. Atingir este nível de serviço é a indicação clara de uma perda absoluta de controlo dos peões. Trata-se de um nível de serviço que não é aceitável no dimensionamento de espaços destinados a peões.

A Figura 2.19 apresenta a relação entre o fluxo e a área disponível por peão para os diferentes níveis de serviço.

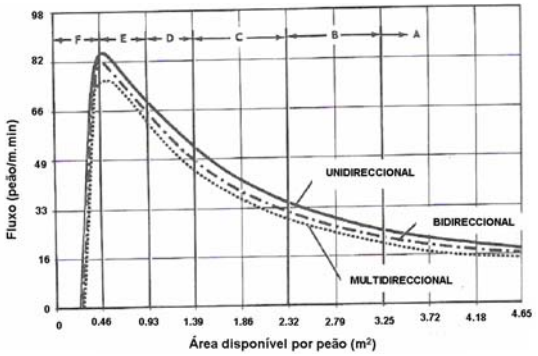


Figura 2.19. Limites do Nível de serviço em passeios – Relação fluxo vs. Espaço por peão (adaptado de Fruin, 1987)

2.4.3. Nível de serviço em escadas

As exigências de segurança e a energia dispendida na transposição de escadas implicam considerações adicionais às do conforto do peão no dimensionamento destas estruturas. Para além da consideração da existência de picos e da caracterização do fluxo, um correcto dimensionamento implica as seguintes premissas: as escadas devem ser posicionadas em locais de boa visibilidade e identificadas como ligações directas aos locais que pretendem conectar; devem ser consideradas áreas suficientemente grandes para permitir zonas de espera na aproximação à escada em caso de ocorrência de um fluxo superior à capacidade que ela permita; a escada deverá estar bem iluminada; as dimensões do degrau devem ser definidas considerando a utilização por peões com limitações, em particular, deve-se adoptar espelhos com menos de 17.0 centímetros; o elemento mais constrangedor ao fluxo é a consideração da capacidade da escada que define as secções de circulação do corredor onde ela se encontra; quando ocorrerem fluxos bidireccionais ou alterações de direcção, deverá ser considerado apenas um corredor de circulação para o fluxo dominante ou uma largura bruta mínima de 76.2 centímetros (30") (Fruin,1987).

Atendendo a estas características, Fruin (1987), definiu uma descrição para os seis níveis de serviço propostos pelo HCM a considerar para o caso de escadas, e cujos valores de referência se apresentam no Quadro 2.6.

O nível de serviço A corresponde a uma área suficiente para que o peão escolha a sua velocidade e possa ultrapassar os peões mais lentos. Não é de esperar que ocorram dificuldades em mudanças de sentido ou com fluxos bidireccionais. É um nível de serviço a considerar em edifícios públicos ou praças onde não ocorram picos significativos.

Nível de Serviço	Espaço /peão m^2/peão	Fluxo peão / (m.min)
A	> 1.86	< 16
B	> 1.39 e ≤ 1.86	≥ 16 e < 23
C	> 0.93 e ≤ 1.39	≥ 23 e < 33
D	> 0.65 e ≤ 0.93	≥ 33 e < 43
E	$\geq 0{,}37$ e ≤ 0.65	$\geq 43e \leq 56$
F	$< 0{,}37$	> 56

Quadro 2.6. Escadas - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (adaptado de Fruin, 1987)

O nível de serviço B corresponde a uma disponibilidade de espaço para o peão, de pelo menos 5 degraus e uma largura de 0.90 metros a 1.20 metros onde, virtualmente, o peão pode seleccionar a sua velocidade de circulação. No entanto, no limite inferior de área disponível

correspondente a este nível de serviço, surgem algumas dificuldades na ultrapassagem de peões lentos. Existe conflito com fluxos de sentido contrário. É um nível de serviço aceitável em terminais de transportes e edifícios públicos com existência de picos de fluxo mas sem limitações de espaço.

O nível de serviço C corresponde a um espaço disponível de 4 a 5 degraus e 90 centímetros de largura. A circulação é ligeiramente afectada pela dificuldade em ultrapassar peões lentos. É um nível de serviço compatível com terminais de transportes e em edifícios públicos onde ocorram frequentemente períodos de ponta e existam algumas restrições de espaço.

O nível de serviço D corresponde a 3 ou 4 degraus livres e uma largura de 60 centímetros a 90 centímetros. Existem restrições de velocidade para a maioria dos peões devido a existência de poucos degraus livres por peão e a dificuldade em ultrapassar peões lentos. Surgem diversos conflitos para a circulação em sentidos opostos. Aceita-se este nível de serviço em terminais de transportes e em edifícios públicos de grande afluência de pessoas, em particular se ocorrerem períodos de ponta significativos.

Um nível de serviço E corresponde a uma disponibilidade de dois a quatro degraus e uma largura de 60 centímetros, o espaço mínimo considerado para a circulação em escada. Virtualmente todos os peões terão a sua velocidade reduzida devido à falta de espaço e à impossibilidade de ultrapassar peões lentos. Podem ocorrer paragens. É um nível de serviço apenas esperado em estádios desportivos ou zonas onde se espera a formação de filas de espera devidas a um fluxo que exceda a capacidade.

Um nível de serviço F corresponde a uma disponibilidade de espaço de 1 a 2 degraus e menos que 60 centímetros de largura. Há um bloqueio completo à circulação, ocorrendo diversas paragens. Não é um nível de serviço aceitável no dimensionamento de escadas.

A Figura 2.20 apresenta a relação entre o fluxo e a área disponível por peão para os diferentes níveis de serviço.

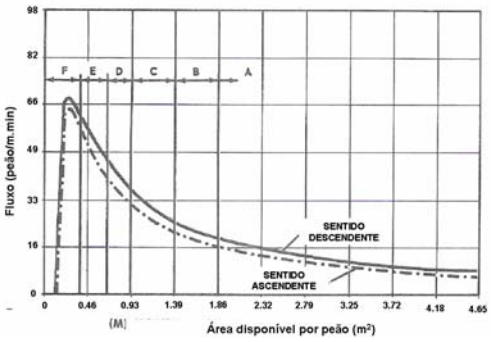


Figura 2.20. Limites do Nível de serviço em escadas – Relação fluxo vs. Espaço por peão (adaptado de Fruin, 1987)

2.4.4. Nível de serviço em zonas de espera

A definição de nível de serviço para as zonas de espera é baseada no volume, na disponibilidade de espaço e na mobilidade do peão.

Para além dos locais onde é óbvia a necessidade de espera, como átrios de acesso a elevadores, a consideração das zonas de espera terá de ser feita também em locais onde seja expectável que, pontualmente, o fluxo exceda a capacidade, por exemplo, nas imediações de escadas rolantes. Também as plataformas de embarque das estações ferroviárias devem ter um dimensionamento adequado para evitar fluxos superiores à capacidade existente, e que colocariam em causa os parâmetros de segurança mínimos exigidos.

À semelhança das escadas, Fruin (1987), caracterizou os diferentes níveis de serviço propostos no HCM (HCM, 1985) para estas zonas de espera com os valores que se apresentam no Quadro 2.7.

Nível de Serviço	Espaço /peão (m^2/peão)	Espaço Disponível entre peões (m)
A	> 1.21	> 1.21
B	> 0.93 e ≤ 1.21	≥ 1.07 e < 1.21
C	> 0.65 e ≤ 0.93	≥ 0.91 e < 1.07
D	> 0.28 e ≤ 0.65	≥ 0.61 e < 0.91
E	≥ 0.19 e ≤ 0.28	< 0.61
F	< 0.19	Contacto extremo

Quadro 2.7. Zonas de Espera - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (adaptado de Fruin, 1987)

O nível de serviço A corresponde a um espaço disponível para paragem e circulação através da zona de espera, sem interferir com o movimento de outros peões. É um nível de serviço aceitável em zonas de espera de bagagem em aeroportos.

O nível de serviço B permite uma paragem sem interferir com os restantes peões embora a circulação esteja ligeiramente restringida. Será um nível de serviço adequado para plataformas de embarque em estações ferroviárias.

O nível de serviço C corresponde a um cenário em que as eventuais paragens e a circulação, já restringida, interferem com os restantes peões na zona de espera. Os peões encontram-se, entre si, a uma distância que entra no espaço psicológico individual. Será um nível de serviço aceitável em zonas de venda de bilhetes onde se formam filas de espera e no átrio dos elevadores.

O nível de serviço D implica a disponibilidade de espaço suficiente apenas para evitar o contacto corporal. A circulação está severamente restringida e o avanço apenas poderá ocorrer em grupo. É um nível de serviço que não deverá ser aceite quando o tempo de espera for elevado.

O nível de serviço E já induz contacto pessoal e a circulação na zona de espera não é possível. Trata-se de um nível de serviço apenas aceitável em elevadores, onde os peões não sejam sujeitos a uma viagem demorada.

O nível de serviço F corresponde a um espaço disponível equivalente à área do corpo humano. Não existe qualquer hipótese de movimento e pode gerar-se pânico em grandes multidões.

2.4.5. Efeito de barramento (*platooning*)

Normalmente os peões movimentam-se em grupo, de forma voluntária ou involuntária, devido à restrição de sinais luminosos ou, no caso em estudo, devido à chegada do comboio. Esta movimentação em grupo leva a que inadvertidamente, alguns peões bloqueiem a circulação de outros. Cria-se assim uma barreira ao avanço gerado por um grupo que circula a menor velocidade. Este fenómeno pode ser designado por barramento (*platooning*) (Fruin, 1987).

No caso de um passeio, esta situação ocorre, por exemplo, na chegada simultânea de passageiros provenientes de diversos autocarros à mesma paragem. A situação agrava-se se esta

paragem se situar nas imediações de um acesso ao metropolitano (New York City Department of Tranportation, 2006)

Para considerar este efeito de barramento, o Highway Capacity Manual (HCM, 1985) ajustou os fluxos para os diferentes níveis de serviço (Quadro 2.8.). Um espaço disponível à circulação inferior a 1 m^2/peão corresponderá a uma situação de bloqueio completo (Pushkarev e Zupan, 1975).

Nível de Serviço	Espaço/peão m^2/peão	Fluxo peão / (m.min)
A	$> 49,2$	< 2
B	$> 8,4$ e $\leq 49,2$	> 2 e ≤ 10
C	$> 3,7$ e $\leq 8,4$	> 10 e ≤ 20
D	$> 2,1$ e $\leq 3,7$	> 20 e ≤ 36
E	$\geq 1,0$ e $\leq 2,1$	≥ 59 e ≤ 36
F	$< 1,0$	> 59

Quadro 2.8. Efeito de barramento - Valores de referência para os diferentes níveis de serviço (New York City Department of City Planning, 2006)

Para cada nível de serviço, na presença deste efeito, os fluxos são mais pequenos, comparativamente à situação em que não ocorre barramento.

2.4.6. Vantagens e insuficiências da metodologia HCM

A vantagem do cálculo do nível de serviço segundo a metodologia proposta pelo HCM é a sua simplicidade. É relativamente fácil recolher a informação e obter o nível de serviço para determinado espaço. Os únicos dados necessários são o número de peões, a largura útil do espaço a analisar e a indicação da existência, ou não, do efeito de barramento (*plattoning*).

Têm surgido diversas sugestões que pretendem melhorar a metodologia do HCM assentando em três aspectos: a envolvente do espaço em estudo, as características dos peões e as características do fluxo. Apesar disso, o HCM tem-se mantido sem grandes alterações na sua metodologia de cálculo do nível de serviço.

O nível de serviço, segundo os procedimentos descritos, pretende uniformizar o procedimento da análise pedonal independentemente da localização, das características dos peões e do meio envolvente. Contudo existem algumas insuficiências que esta metodologia não considera. O fluxo utilizado para obtenção do nível de serviço não tem em consideração o carácter bidireccional ou multidireccional das movimentações dos peões. A contabilização do fluxo agrega os dois sentidos e não tem em conta a fricção causada pelo eventual choque dos peões ou a alteração de percurso pela presença de um peão, circulando em sentido contrário.

A metodologia do HCM generaliza a população em estudo não considerando características como o sexo, a idade e o objectivo da viagem que têm impacto significativo na velocidade (Bowman, e Vecellio 1994; Knoblauch et al, 1996; Fruin, 1971; Whyte, 1988; Pushkarev e Zupan, 1975). Também a hora do dia, o uso de solo nas imediações do espaço em análise e as condições meteorológicas afectam a circulação de peões. Apesar do HCM alertar para estes factores, eles não

estão incorporados na metodologia de cálculo do nível de serviço e nas ferramentas analíticas para os considerar e determinar.

A metodologia apresentada também não considera as expectativas dos peões, em particular o objectivo da viagem. O HCM recomenda a consideração do objectivo de viagem predominante. Diferentes objectivos de viagem conduzem a diferentes velocidades. Benz (1986), identificou vários grupos de peões com os mesmos objectivos de viagem e analisou a sua velocidade. Na hora de almoço, por exemplo, haverá peões que, dispondo de mais tempo, optam por uma velocidade reduzida. Contrariamente, outros com menos tempo ou já atrasados terão que se deslocar a uma velocidade mais elevada. Nas estações ferroviárias, passageiros que cheguem em cima da hora do comboio adoptarão uma velocidade superior àqueles que, no mesmo momento, decidem ir mais devagar optando por seguir no próximo comboio (Benz, 1986).

Os telemóveis e os leitores de música digitais tornaram-se vulgares no meio urbano levando alguns investigadores a satirizar sobre a influência do seu uso no nível de serviço não tendo sido desenvolvido até ao momento qualquer constatação científica (Belson, 2004).

A percepção do meio envolvente afecta o comportamento do peão. Os peões quantificam os passeios em termos de conveniência e de velocidade possível, de forma a chegarem ao seu destino (Sarkar, 1993; Khisty, 1994; Miler et al, 2000; Hoogendoorn 2004). A única forma do HCM incorporar a influência da envolvente do espaço a analisar na sua metodologia, é através da consideração de uma largura útil. Quanto às distâncias de constrangimento, estas são sugeridos pelo HCM não tendo sido obtidos através de estudos rigorosos. No entanto esta distância de constrangimento varia com o número de peões, a hora do dia e a envolvente do espaço em estudo. É por isso importante definir claramente qual o valor da distância de constrangimento. Como o HCM, também a AASHTO recomenda que a largura útil não deve ser nunca inferior a 1,5 metros qualquer que seja o espaço. Trata-se de um valor conservativo. Após observações em Manhattan (Nova Iorque, Estados Unidos da América), Pushkarev e Zupan (1975) sugeriram uma largura útil mínima de 2,3 metros. O HCM recomenda também que a largura útil seja reduzida em 30 centímetros a 50 centímetros de cada lado para incorporar a distância entre peões e para os obstáculos.

Esta metodologia é também insensível às alterações de fluxo e de largura do espaço em análise. Num estudo feito pelo Departamento de Transportes da cidade de Nova Iorque (2006) num passeio de 3,7 metros (12 foot) durante 15 minutos, o nível de serviço obtido foi C. Seriam necessários mais 600 peões para que o nível de serviço passasse a D o que corresponde a 7600 passageiros/hora. Em outras recolhas de dados o máximo obtido foi de 3000 passageiros/hora em Wall Street (Nova Iorque, Estados Unidos da América) ou 4200 passageiros/hora na Broadway (nova Iorque, Estados Unidos da América), facilmente se inferindo que é praticamente impossível que o passeio analisado sofra uma degradação de nível de serviço para D.

Para além destas insuficiências, a metodologia sugerida pelo HCM, baseada no nível de serviço, é a mais utilizada para dimensionamento ou avaliação de estruturas destinadas à circulação pedonal.

2.5. Meios mecânicos de transporte de peões

O princípio de transportar mecanicamente pessoas e bens não é recente.

As escadas rolantes serão a inovação tecnológica mais recente no contexto dos meios mecânicos de transporte de peões em edifícios ou estações ferroviárias. A sua excepcional aceitação pelos peões tornou este meio necessário e quase obrigatório nos principais acessos. À semelhança de escadas rolantes surgem também as passadeiras rolantes, particularmente utilizadas nos acessos entre as estações ferroviárias e de metropolitano em Lisboa.

Figura 2.21. Estação de Entrecampos – Passadeiras rolantes (Fotografia do autor)

Os elevadores representam uma separação óbvia, em termos de análise da circulação de peões das escadas ou passadeiras rolantes. As escadas e passadeiras rolantes funcionam em contínuo independentemente de existirem utilizadores ou não. Ao contrário, os elevadores, apenas funcionam quando solicitados.

Existem outros exemplos de transporte mecânico de peões, no entanto apenas serão abordados os meios existentes nas estações ferroviárias em análise.

a) Elevadores

O dimensionamento dos elevadores considera as suas próprias características funcionais, os fluxos e o indivíduo. As características funcionais a considerar são a configuração geométrica, a capacidade, a aceleração e os tempos de abertura e de fecho de portas.

A capacidade é obtida com base na consideração de uma área de 0.19 m^2 por peão. É admissível, embora não desejável, uma redução da área por peão até 0.14 m^2.

As eventuais relações entre os indivíduos transportados pelo elevador afectam a capacidade. Se se tratar de um grupo de pessoas que se conhecem, a área de ocupação de cada indivíduo é mais reduzida comparativamente a grupos mais formais. No Inverno e na presença de peões transportando bagagens, a área necessária a cada peão aumenta. A maioria dos peões sente-se confortável com uma área de 0.28 m^2.

A qualidade do nível de serviço num elevador está relacionada com o tempo de espera. A tolerância de espera está estabelecida nos 30 segundos para edifícios comerciais e 60 segundos para edifícios residenciais (Fruin, 1987)

b) Escadas rolantes

Uma escada rolante é uma escada convencional onde existe um movimento contínuo dos degraus que permite o transporte de peões imobilizados. No entanto, alguns peões optam por

circular conseguindo assim uma velocidade global maior. A análise de uma escada rolante é feita em função de dois parâmetros: inclinação e velocidade.

O ângulo habitual de inclinação de uma escada rolante é de 30 graus. Na estação ferroviária de Paris Montparnasse são utilizadas escadas rolantes de 35 graus (Fruin, 1987).

Nos Estados Unidos da América a velocidade de uma escada rolante varia entre 0.45 m/seg e 0.62 m/seg. Na Europa, na estação de metropolitano de Leninegrado (Rússia), as escadas rolantes tem uma velocidade de 0.92 m/seg. O Metropolitano de Londres concluiu que a velocidade adequada para uma escada rolante de 1,20 metros de largura é de 0.74 m/seg com uma capacidade de 150 peões/minuto (Fruin, 1987).

A prática do peão na utilização de escadas rolantes não tem qualquer tipo de vantagem na capacidade da mesma o que advém da sua tendência de ocupar dois degraus. Em Londres, o estudo já citado, revelou que um aumento de velocidade de 0.46 m/seg para 0.61 m/seg se traduziria num aumento de 12% de peões transportados. Só com a velocidade se pode alterar a capacidade. A grande vantagem na prática de utilização das escadas rolantes reside apenas na diminuição do tempo de viagem para os peões que decidam circular, em vez de permanecerem imobilizados. Os fabricantes de escadas rolantes definem a capacidade teórica em função da velocidade, dó número de peões por degrau e da utilização total de todos os degraus.

Fica no entanto claro que uma utilização total dos degraus não acontece mesmo em situações de elevados fluxos. Quando um peão se aproxima da escada rolante tem a opção de escolher uma posição imediatamente atrás e ao lado de outros peões correndo o risco de entrar em contacto. Por outro lado, pode deixar passar um degrau e utilizar o seguinte tendo assim um espaço mais confortável. A tomada desta decisão relaciona-se com a definição individual do seu espaço próprio, com o transporte de bagagens, e com a sua fisionomia e dos restantes peões.

Peão	Fluxo reduzido		Fluxo Intenso
	Sem bagagem	Com bagagem	Sem bagagem
Homem	0.95 seg	1.01 seg	1.16 seg
Mulher	1.06 seg	1.08 seg	1.18 seg
Média	0.98 seg	1.05 seg	1.17 seg

Quadro 2.9. Escadas rolantes – Tempo de atravessamento da secção de entrada (Fruin, 1987)

A uma velocidade de 1.4 m/s é expectável que os peões atravessem a secção de entrada em menos de seis décimas de segundo. As mulheres levam mais tempo que os homens na entrada para as escadas rolantes. Com bagagens o tempo de entrada na escada rolante aumenta ainda mais (Fruin 1987).

3. Breve análise do transporte urbano e suburbano de Lisboa

3.1. Deslocações na Área Metropolitana de Lisboa

A sobrevivência de uma área metropolitana é condicionada pelo desenvolvimento do transporte público urbano que por sua vez é determinante no crescimento urbano e na mobilidade das pessoas no seu interior (Porto, 2004). Neste sentido, para perceber como funciona a área metropolitana onde se insere Lisboa e qual o papel da Linha de Sintra no seu funcionamento analisa-se resumidamente a dinâmica económica e social da AML.

A Área Metropolitana de Lisboa tem 3120 km^2 e 2,62 milhões de habitantes. A cidade, ou município, de Lisboa tem apenas 84,6 km^2 e 565 mil habitantes.

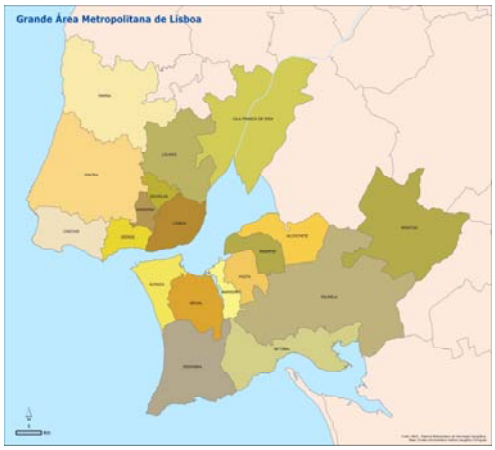


Figura 3.1. Área Metropolitana de Lisboa (AML, 2007)

Das 1381 milhares de deslocações, com pelo menos um ponto de origem ou fim na AML, 94,8% realizam-se internamente. Destas 35% em transporte colectivo e 39% em transporte individual. Em 1991, mais de 50% dos residentes utilizavam o transporte público nos seus movimentos pendulares. Em 2001, apenas 37% utilizavam o transporte colectivo e 45% utilizavam o transporte individual. A quota de transporte público tem vindo a diminuir em detrimento do aumento da taxa de motorização que se cifra nos 672 veículos/1000 habitantes na cidade e 471 veículos/1000 habitantes na área metropolitana (Rodrigues, 2007).

A Figura 3.2. apresenta os eixos preferenciais de deslocação para a cidade de Lisboa quando o motivo é o trabalho. O eixo Sintra/Lisboa é um dos mais representativos devido às acessibilidades que permitem tempos de viagem inferiores. Este foi também um dos eixos que mais investimentos tiveram em matéria de transportes: o alargamento do IC19 e a quadruplicação da Linha de Sintra.

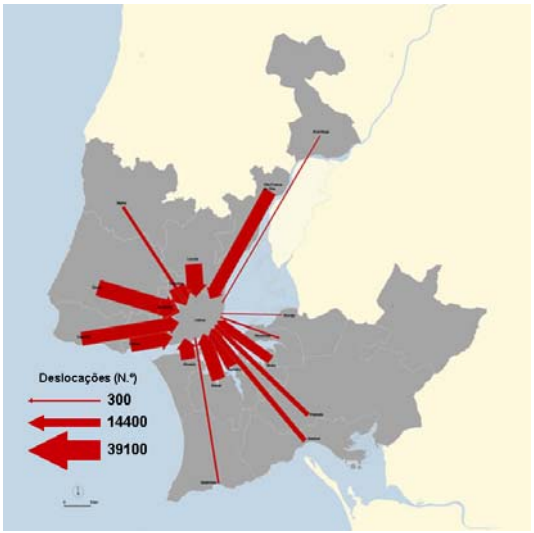


Figura 3.2. Área Metropolitana de Lisboa - Deslocações para o trabalho com destino a Lisboa em 1998 (AML, 2007)

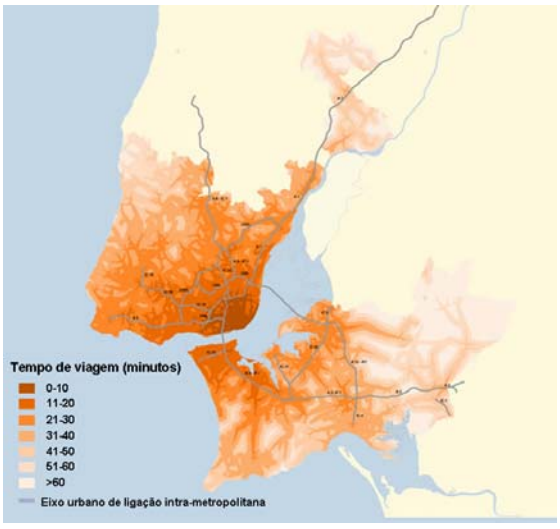


Figura 3.3. Área Metropolitana de Lisboa – Acessibilidade a Lisboa em minutos em 1998 (AML, 2007)

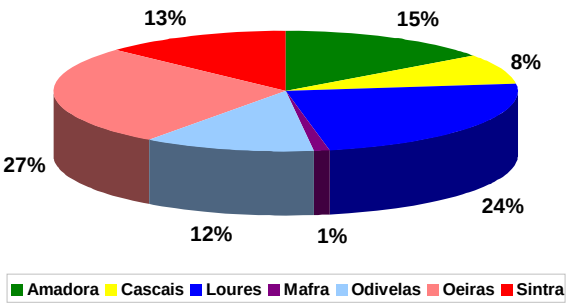


Figura 3.4. Lisboa – Movimentos pendulares de entrada na cidade (Pereira et al, 2004)

A Figura 3.3. apresenta as distâncias, em minutos, ao centro de Lisboa em 1998. Ao longo da Linha de Sintra é possível identificar várias zonas a pouco tempo de viagem de Lisboa.

Desde 1998 as acessibilidades a Lisboa melhoraram significativamente através: da conclusão dos trabalhos de quadruplicação da Linha de Sintra até Queluz-Belas; extensão do serviço suburbano de passageiros ferroviário até Setúbal; prolongamento da rede de metropolitano a Telheiras, Odivelas e Amadora-Este; introdução de catamarãs que reduziram significativamente o tempo de viagem na travessia do Tejo até Barreiro e Seixal; e remodelação da frota de autocarros do operador urbano de Lisboa.

Da totalidade de movimentos pendulares com destino a Lisboa, o concelho de Sintra representa 13%. Trata-se de uma das origens mais representativas a par do concelho da Amadora e só superada pelos concelhos de Oeiras e de Loures. Amadora e Sintra são dois concelhos servidos pela Linha de Sintra. Barcarena, também na Linha de Sintra, é uma freguesia do concelho de Oeiras.

Os fluxos em sentido contrário, de Lisboa para a periferia, têm-se tornado significativos nos últimos anos. Habitualmente, os movimentos pendulares em Lisboa, são no sentido da cidade de manhã e no sentido dos subúrbios de tarde. No entanto a parcela de residentes em Lisboa que se deslocam pendularmente para os subúrbios tem aumentado, em particular, quando o motivo da viagem é o trabalho. Sintra é um dos concelhos mais atractivos neste cenário pelo que será de esperar a repercussão destes fluxos no transporte ferroviário.

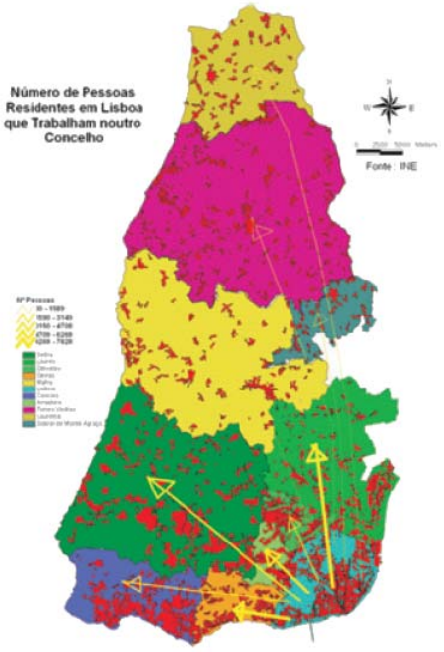


Figura 3.5. Número de pessoas residentes em Lisboa e que trabalham noutro concelho (Pereira et al, 2004)

Segundo dados da Carris (Rodrigues, 2007), na cidade de Lisboa, 49% das deslocações faz-se em transportes públicos e 35% em transporte individual. No caso dos passageiros que chegam a Lisboa de comboio, será de esperar que completem a viagem até ao seu destino final utilizando outro modo de transporte público. Os 16% correspondentes às deslocações a pé ou outras estarão na sua maioria relacionados com os habitantes locais. Será também de esperar que parte dos movimentos em transporte colectivo esteja associada aos habitantes locais.

Para corroborar o facto dos passageiros utilizarem o transporte público a partir de pontos-chave de Lisboa surge a indicação, segundo a mesma fonte, que 32% das viagens têm como motivo

a ida para estabelecimentos de ensino e 31% é referente a deslocações casa/trabalho. Só 13% dos movimentos se deverá a lazer. Se apenas os habitantes locais utilizassem os transportes públicos em Lisboa, seria de esperar uma maior homogeneidade entre os diferentes motivos de viagem. O maior peso dos movimentos casa/trabalho e para estudar sugere exactamente a presença de indivíduos de fora da cidade.

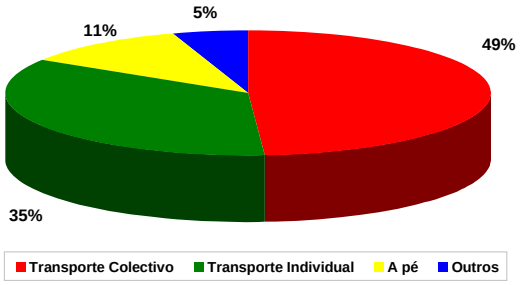


Figura 3.6. Lisboa – Modos de transporte na cidade (Rodrigues, 2007)

A análise ao transporte urbano na cidade de Lisboa é apresentada de seguida.

3.2. Deslocações na cidade de Lisboa

A entrada em Lisboa, pelos passageiros que chegam de comboio, dá-se pelas estações de Sete-Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e Oriente. Marvila e Chelas, também em Lisboa, não são analisadas por não apresentarem um fluxo de passageiros significativo e não possuir multi-modalidade apreciável. E, quem chega a Lisboa de comboio, continuará até ao seu destino final, de transporte público. Daí a importância de conhecer sumariamente o transporte urbano na cidade a partir dos pontos indicados.

Associando as horas de ponta nas estações ferroviárias analisadas com uma previsão dos tempos de viagem até ao destino final, será possível estabelecer, globalmente, o tipo de ocupação principal dos passageiros e compreender o seu comportamento bem como a evolução e a distribuição de fluxos ao longo do dia.

No âmbito do presente trabalho, em Sete-Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e Oriente procedeu-se ao levantamento das ofertas de transporte noutros modos tendo sido traçadas as isócronas. No caso dos autocarros efectuou-se um levantamento de todas as carreiras e dos respectivos horários; no caso do metropolitano procedeu-se à identificação de tempos de viagem entre as estações; no caso da circulação a pé, realizaram-se alguns percursos e desse modo foi possível obter uma média da distância percorrida por unidade de tempo ao longo de eixos importantes na cidade.

Com esta análise foi possível identificar quais as áreas da cidade de Lisboa acessíveis por transporte público ou por via pedonal, em determinado espaço de tempo. Foi possível estimar quanto tempo leva um passageiro a partir das principais estações ferroviárias da cidade até qualquer ponto em Lisboa.

A análise começou por apresentar o caso da Fertagus que sustenta a opção por outros modos de transporte à chegada a Lisboa por parte de passageiros provenientes da periferia da cidade. Seguidamente, estabeleceram-se as isócronas para o modo ferroviário, rodoviário e pedonal.

a) O caso da Fertagus – eixo Norte-Sul

A Fertagus serve as mesmas estações ferroviárias do eixo Norte-Sul do que a CP Lisboa, com a peculiaridade de não fazer serviço suburbano entre as estações da cidade. Por esta razão só existem fluxos de e para a margem Sul. A semelhança com a Linha de Sintra encontra-se ao nível do objectivo dos passageiros e dos seus movimentos pendulares.

A oferta da Fertagus é baseada em duas famílias de comboios, a família Lisboa/Setúbal com um tempo de viagem de 58 minutos e a família Lisboa/Coina com 33 minutos. A Figura 3.7. mostra que, uma vez chegados a Lisboa, os passageiros utilizam preferencialmente o metropolitano para completar a viagem. A significativa percentagem dos passageiros que se deslocam a pé sugere que os destinos sejam nas imediações das estações. Os 8% de passageiros que completam a sua viagem com a CP terão como destino provavelmente a estação do Oriente já que recentemente foi criado um passe em conjunto com as duas operadoras para esse percurso.

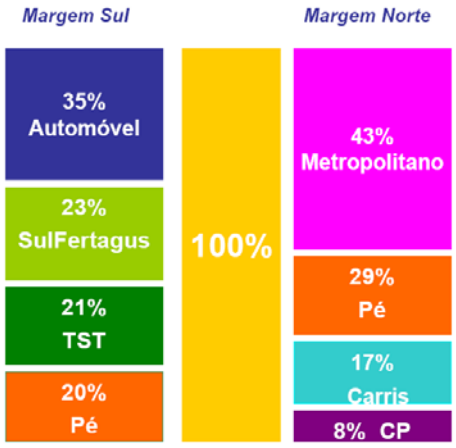


Figura 3.7. Fertagus - Modos de transporte utilizados a montante e jusante do comboio (Inquérito Imagem e Qualidade citado por Dourado, 2007)

Segundo a Fertagus (Dourado, 2007), apenas 24% dos 21,4 milhões de passageiros transportados, em 2006, utilizou exclusivamente os seus serviços. Considerando dois segmentos de passageiros, os ocasionais e os regulares, verifica-se que é a maior percentagem dos passageiros ocasionais é que utiliza exclusivamente a Fertagus como modo de transporte até Lisboa. Dos passageiros regulares, que representam 75%, apenas 16% utilizam exclusivamente os serviços da Fertagus (Dourado 2007).

A utilização dos transportes públicos ocorre quando um indivíduo quer deslocar-se de um ponto para outro e não porque quer andar neste ou naquele veículo, logo o sistema deve proporcionar uma deslocação adequada independentemente nos modos de transporte que tenham que ser utilizados. Fica clara a importância da integração modal que se pressupõe ao nível físico, tarifário e administrativo (Porto, 2004). Os dados apresentados pela Fertagus sustentam que o passageiro proveniente da periferia da cidade continua a sua viagem preferencialmente de transporte público, através de outro modo.

b) Transporte por autocarro

O operador de autocarros urbanos de Lisboa é a Carris. Tomando como referência as paragens de autocarro mais próximas das estações, Sete-Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e Lisboa-Oriente, procedeu-se à identificação das linhas que aí faziam serviço comercial à data de recolha dos dados nas estações analisadas como caso de estudo. No anexo 3 apresenta-se um mapa com a rede da Carris.

A rede rodoviária foi dividida em zonas identificadas por cores: Algés/Belém, Benfica/Carnide, Alvalade/Lumiar, Marvila/Olivais, Centro. Para além destas, foram ainda consideradas carreiras circulares e de ligação ao aeroporto da Portela.

O Quadro 3.1. indica quais as carreiras, em cada estação ferroviária de Lisboa, e a que zona procedem e/ou destinam segundo o código de cores indicado na Figura 3.8.

Figura 3.8. Rede de autocarros de Lisboa - Diagrama de cores (Carris, 2007)

A análise do Quadro 3.1. revela que a maioria das carreiras que faz serviço numa determinada estação ferroviária tem um percurso na zona em que se insere a estação. Isto porque Sete Rios encontra-se na zona azul, Entrecampos e Roma-Areeiro na zona verde e Oriente na zona vermelha, e a maioria dos autocarros circula exclusivamente nas respectivas zonas, Pela estação de Entrecampos, além das carreiras da zona verde, passam carreiras provenientes das outras 4 zonas em que se divide a oferta. Deste cenário facilmente se conclui a importância de Entrecampos como ponto de partida para qualquer destino na cidade de Lisboa, utilizando o autocarro. Em particular, de entre todas as estações ferroviárias analisadas em Lisboa, é de Entrecampos que parte a única carreira que se destina à Baixa da cidade. Não deixa de ser uma situação estranha dado o encerramento da estação ferroviária do Rossio e consequente redução de opções de viagem para essa zona. Será por isso de esperar uma sobrecarga adicional de passageiros nesta carreira e sobre as linhas de metropolitano que ligam ao Rossio.

Estação Ferroviária	Sete-Rios	Entrecampos	Roma-Areeiro	Oriente
Algés/ Belém		727	727	
Benfica/ Carnide	16 54 58 70 726 746	54		
Alvalade/ Lumiar	701	36 701	17 35	
Marvila/ Olivais	31 755	21 44 45 49	5 10 22 708 793	5 10 25 44 708 759 794
Centro		90		
Circulares		732 738	40 56 720	28 750
Outras		91		

Quadro 3.1. Carreiras urbanas de Lisboa - Distribuição pelas estações ferroviárias

As carreiras designadas como circulares e que passam nas estações de Entrecampos e Roma-Areeiro têm um percurso radial, ligando estas estações às zonas próximas do rio Tejo. Já junto à marginal adquirem um percurso com características de circular. As carreiras identificadas na estação do Oriente representam verdadeiras circulares já que atravessam toda a cidade de Lisboa até à zona de Belém. A parte ocidental de Lisboa não é servida pelo metropolitano, que termina no Rato, pelo que é natural uma particular incidência de circulares a terminarem nesta zona.

Utilizando os horários do operador rodoviário, e com base nas suas previsões de tempo de viagem, é possível identificar as zonas de Lisboa que têm o mesmo tempo de viagem, partindo de determinado ponto. Unindo essas zonas com uma linha que representa pontos com o mesmo tempo

de viagem obtiveram-se isócronas. Dada à multiplicidade de carreiras e percursos em cada estação, e em todos os sentidos, facilmente se obtiveram isócronas bem definidas. O traçado das isócronas foi feito individualmente a partir das estações ferroviárias de Sete Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e Oriente.

O traçado das isócronas relativas ao transporte rodoviário urbano na cidade de Lisboa encontra-se reproduzido na Figura 3.9. e permite estimar quais os pontos da cidade a menos de 5, 10 ou 15 minutos das estações ferroviárias principais. No anexo 4 apresenta-se a mesma Figura num formato maior.

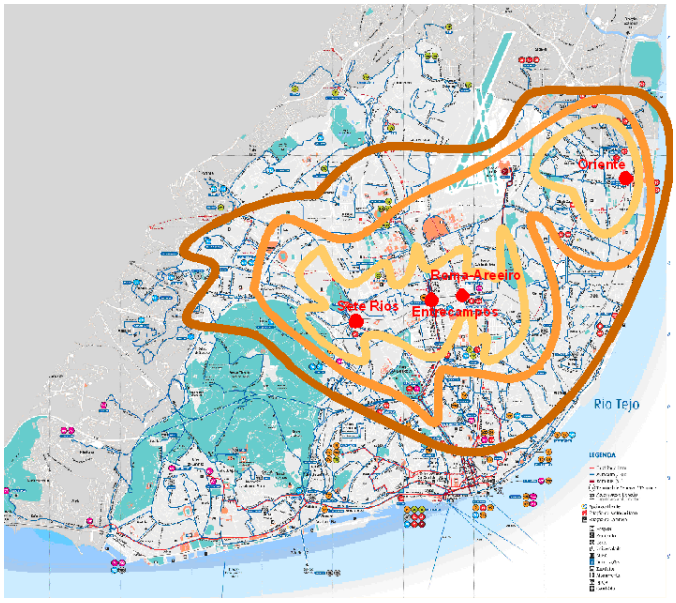


Figura 3.9. Rede rodoviária de Lisboa - Isócronas para os autocarros urbanos

Cerca de 60% da cidade de Lisboa está coberta de autocarro, a partir das estações ferroviárias do eixo Norte-Sul, em menos de 15 minutos. Para este facto contribui decisivamente o carácter central das estações ferroviárias. Se as estações de Marvila e Chelas tivessem correspondência com o autocarro seria possível uma faixa contínua da isócrona de 5 minutos em torno do trajecto ferroviário, entre as estações de Sete Rios e Oriente. Das zonas acessíveis por transportes públicos apenas no modo rodoviário, acima dos 15 minutos, a mais significativa é a parte ocidental que é maioritariamente coberta pelo Parque de Monsanto o que reduz as necessidades de transporte. A isócrona de 5 minutos cobre cerca de 15% da cidade de Lisboa e a de 10 minutos, cobre cerca de 37% a partir das estações ferroviárias do eixo Norte-Sul

Dentro das zonas acessíveis em 15 minutos ou menos, por autocarro, encontram-se o Marquês de Pombal, a Avenida da Liberdade, o Aeroporto da Portela, a maioria das universidades e a Cidade Universitária, os principais equipamentos desportivos como os estádios dos maiores clubes da cidade e culturais como diversos teatros, o Parque Expo e o Coliseu dos Recreios. A Baixa Pombalina encontra-se no limite da isócrona de 15 minutos. No entanto, a utilização do metropolitano coloca esta zona dentro da isócrona dos 15 minutos.

Actualmente, o operador rodoviário urbano da cidade de Lisboa tem algumas limitações cuja resolução poderá potenciar uma cobertura mais extensiva da cidade e dos seus arredores em menos tempo. Um exemplo dessas limitações é a inexistência de corredores próprios de circulação de autocarros que permitam ganhos de velocidade comercial e consequentemente de tempo. Segundo a Urban Transport Benchmarking Initiative (2007), em Lisboa existiam em 2002 apenas 3,8 km de corredores exclusivamente afectos aos transportes públicos. Actualmente existem 65km numa rede de 665 km (CARRIS, 2007).

c) Metropolitano de Lisboa

Procedimento semelhante ao anteriormente descrito foi utilizado no estabelecimento das isócronas para o Metropolitano de Lisboa. Foram utilizados os tempos médios de viagem previstos entre cada estação pelo operador. As estações ferroviárias do eixo Norte-Sul têm ligação com o Metropolitano através de galerias próprias com excepção de Roma-Areeiro.

Figura 3.10. Rede do Metropolitano de Lisboa (Metro Lisboa, 2007)

O carácter radial das Linhas Amarela e Verde da rede de metropolitano de Lisboa complementa o carácter mais circular do traçado ferroviário do eixo Norte-Sul. A estação de Sete-Rios liga à Linha Azul, a estação de Entrecampos conecta com a Linha Amarela, a estação de Roma-Areeiro liga à Linha Verde através das estações de metropolitano de Areeiro ou de Roma. Finalmente, a estação do Oriente liga à Linha Vermelho. No caso de Roma-Areeiro a ligação entre a rede ferroviária e de metropolitano não é feita através do mesmo edifício. Para minimizar o impacto do transbordo foram construídas galerias subterrâneas e passagens superiores.

A construção de isócronas foi feita individualmente para cada estação. Ao contrário da rede rodoviária, não faria sentido apresentar uma sobreposição das isócronas de cada estação dada a pequena extensão da rede. Nos anexos 5, 6, 7 e 8 são apresentadas as isócronas de cada estação do metropolitano, em formato maior.

As isócronas para 5, 10 e 15 minutos referentes a Sete Rios, na Linha Azul, estão representadas na Figura 3.11. Verifica-se que em 15 minutos ou menos é possível, a partir de Sete Rios, percorrer no sentido de Amadora-Este ou Baixa-Chiado a totalidade da Linha Azul. Beneficiando das correspondências na estação do Marquês de Pombal com a Linha Amarela e nos Restauradores com a Linha Verde, são ainda abrangidas na isócrona de 15 minutos, algumas das estações dessas linhas. Em menos de 15 minutos, partindo de Sete Rios, é possível atravessar pontos fundamentais da cidade como a Praça de Espanha, Marquês do Pombal e Baixa Pombalina.

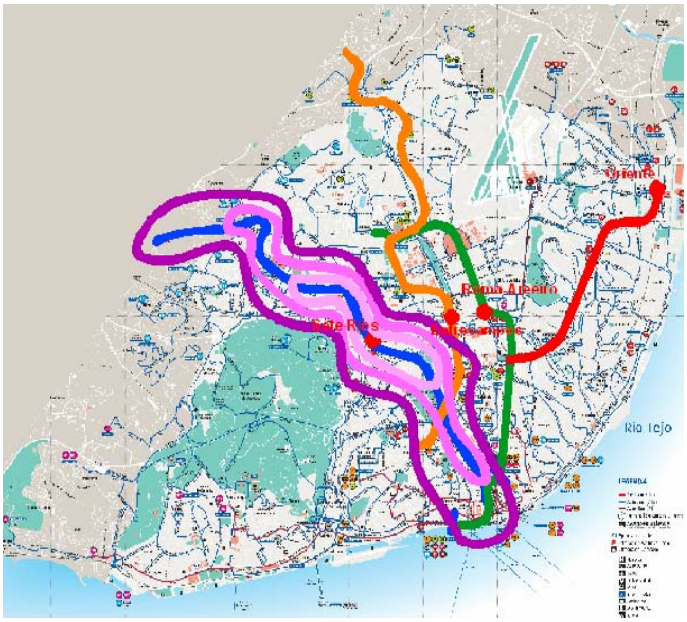


Figura 3.11. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação de Sete Rios

Os projectos de expansão da Linha Azul contemplam, para Ocidente a ligação com a estação ferroviária da Reboleira, na Linha de Sintra. Com a conclusão desta ligação, Sete Rios ficará a cerca de 15 minutos da estação da Reboleira. Note-se que este prolongamento não facilita a

complementaridade ao modo ferroviário já que é paralelo à Linha de Sintra onde circula o comboio tradicional. Está previsto que o metropolitano e o comboio explorarão paralelamente o corredor Amadora-Rossio, o que causa alguma perplexidade.

Na isócrona dos 10 minutos encontra-se um dos maiores recintos desportivos do país, o Estádio da Luz e um dos maiores centros comerciais da Península Ibérica, o centro comercial Colombo, tornando esta linha atractiva quando o objectivo da viagem é o lazer. Com o encerramento do Túnel do Rossio, Sete Rios e a Linha Azul tornaram-se na estação e no caminho preferencial para aceder à Baixa Pombalina e centro da cidade, o que é possível em menos de 15 minutos.

Analise-se o caso da Linha Amarela e da estação de Entrecampos.

No sentido de Odivelas, serão necessários mais do que 15 minutos para percorrer toda a extensão da linha. Por outro lado, as estações da Linha Verde até Roma, por conexão em Campo Grande, são atingidas em menos 15 minutos, bem como, mais a Sul, a Linha Azul pelo Marquês do Pombal, até aos Restauradores ou Praça de Espanha. À semelhança de Sete Rios, também a partir de Entrecampos são cobertas 19 estações em menos de 15 minutos, o que corresponde a 43% da rede. A Cidade Universitária de Lisboa e a Praça do Saldanha, encontram-se a menos de 5 minutos de Entrecampos. A proximidade à cidade Universitária torna esta estação útil aos estudantes.

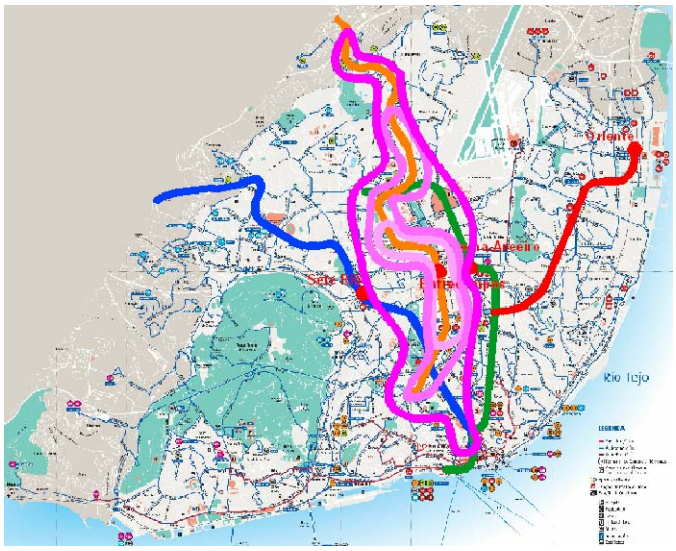


Figura 3.12. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação de Entrecampos

Atente-se de seguida ao caso de Roma-Areeiro.

A isócrona dos 15 minutos da estação do Areeiro permite cobrir 22 estações da rede, que correspondem a 50% da rede. Com a isócrona de 10 minutos é possível chegar a qualquer uma das extremidades da Linha Verde. A isócrona dos 15 minutos permite ainda aceder a quase toda a Linha Vermelha e parte significativa da Linha Amarela entre a Cidade Universitária e o Lumiar. Toda a zona da Baixa Pombalina encontra-se na isócrona dos 10 minutos. Dada a pouca frequência de comboios, fora das horas de ponta, entre Areeiro e Oriente, o Metropolitano pode ser uma alternativa

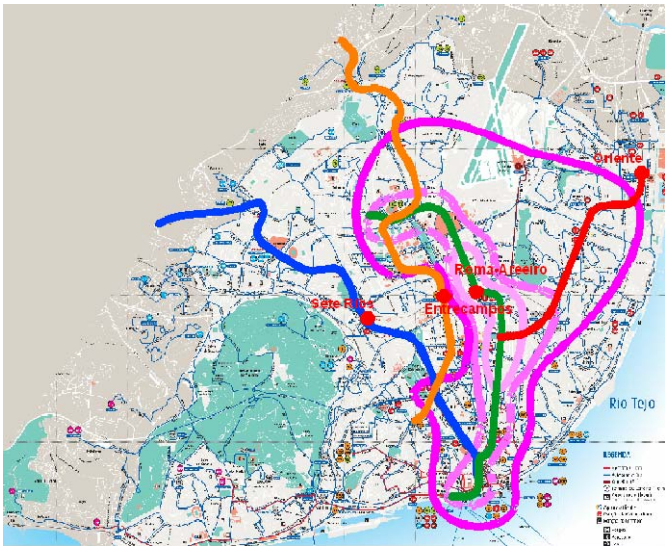


Figura 3.13. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação do Areeiro

viável. A Linha Verde atravessa zonas de particular importância e vitalidade económica terminando no cais do Sodré, um terminal multi-modal com ligações à margem Sul por barco e ferroviárias até Cascais.

Finalmente vai-se analisar a gare do Oriente na Linha Vermelha.

A Linha Vermelha encontra-se numa situação periférica face às restantes linhas de Metropolitano. A sua ligação à restante rede é apenas efectuada na extremidade ocidental, na estação da Alameda. Nas isócronas de 5 e 10 minutos só estão incluídas estações da Linha Vermelha. A estação terminal desta linha está na isócrona de 15 minutos. Não existe qualquer estação da Linha Verde acessível, a partir do Oriente, em menos de 15 minutos. Com o prolongamento desta linha até São Sebastião onde conectará a Linha Azul depois de no Saldanha conectar a Amarela, a Linha Vermelho será a primeira circular no metropolitano de Lisboa. A rede de metropolitano de Lisboa não dispõe actualmente de qualquer circular perfeitamente definida.

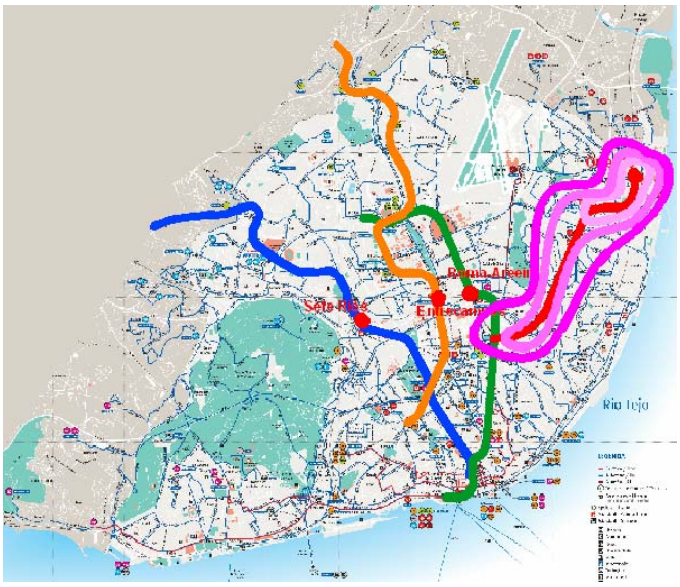


Figura 3.14. Metropolitano Lisboa - Isócronas para a estação do Oriente

A Linha Vermelho atravessa sobretudo bairros residenciais pelo que o interesse desta estação será residual para os passageiros da Linha de Sintra. A Linha Vermelho tem as isócronas mais desfavoráveis de entre as analisadas cobrindo apenas 16% da rede com a de 15 minutos.

Resumem-se as estações abrangidas por cada isócrona no Quadro 3.2.

	Sete Rios	Entrecampos	Roma-Areeiro	Oriente
Isócrona 5'	Laranjeiras Alto dos Moinhos Praça de Espanha São Sebastião	Cidade Universitária Campo Pequeno Saldanha	Roma Alvalade Alameda Arroios Anjos	Olivais Cabo Ruivo
Isócrona 10'	Colégio Militar/Luz Carnide Pontinha Parque Marquês de Pombal Restauradores	Campo Grande Quinta das Conchas Lumiar Picoas Rato Marquês de Pombal	Campo Grande Telheiras Intendente Martim Moniz Rossio Cais do Sodré Olaias Baixa-Chiado	Chelas Bela Vista Olaias
Isócrona 15'	Alfornelos Amadora-Este Baixa-Chiado Campo Pequeno Saldanha Picoas Rato Rossio Cais do Sodré	Ameixoeira Senhor Roubado Parque São Sebastião Praça de Espanha Restauradores Baixa-Chiado Telheiras Alvalade Roma	Marquês Pombal Restauradores Lumiar Quinta das Conchas Cidade Universitária Bela Vista Chelas Olivais Cabo Ruivo	Alameda

Quadro 3.2. Isócronas do metropolitano - Estações abrangidas por cada isócrona

Analisou-se o contributo da rede rodoviária urbana e da rede de metropolitano, uma vez chegados às estações do eixo Norte-Sul, os passageiros procedentes da Linha de Sintra. Estes levam menos de 15 a 20 minutos a chegar aos principais pontos da cidade de Lisboa seja qual for a motivação da viagem: profissional, cultural, lazer, formação. Igualmente se poderá concluir que um passageiro chegado de comboio a Lisboa terá um percurso de ligação até ao seu destino final, de cerca de 15 a 20 minutos, o que corresponde a uma situação bastante aceitável.

Para completar a análise do Metropolitano de Lisboa e a importância de cada uma das suas linhas analisaram-se os respectivos diagramas de carga. Eles sugerem uma utilização mais significativa do Metropolitano entre o eixo Norte-Sul e a Baixa de Lisboa, ou seja: na Linha Azul: entre Sete Rios/Jardim Zoológico e Baixa-Chiado; na Linha Amarela entre Entrecampos e Marquês de Pombal; na Linha Verde: entre Areeiro e Rossio.

A Linha Vermelho representa uma ramificação ao núcleo central da rede de metropolitano daí apresentar fluxos menos significativos. As extremidades Norte de todas as linhas são igualmente pouco utilizadas. Fica evidente a importância das estações de Sete Rios, Entrecampos e Areeiro como interfaces preferenciais, sendo a partir destas estações, e para Sul, que se registam os maiores fluxos. Parece ser seguro afirmar que os passageiros chegam às estações ferroviárias do eixo Norte-Sul e a partir daí utilizam o Metropolitano para chegar ao destino final. Já anteriormente tinha ficado estabelecido que o tempo de viagem entre as estações ferroviárias de Sete-Rios, Entrecampos e Areeiro e a Baixa de Lisboa não excederia os 10 minutos através das três linhas de metropolitano.

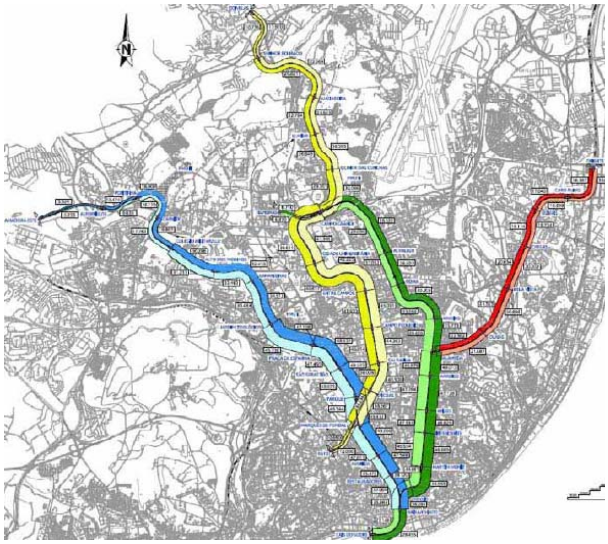


Figura 3.15. Metropolitano de Lisboa - Diagrama de carga total diário (Jacob, 2007)

Tratando-se a Figura 3.15. de um cenário actual, em que o Túnel do Rossio está encerrado, o fluxo de passageiros na Linha Azul encontra-se inflacionado. Esta linha é paralela ao troço ferroviário até ao Rossio pelo que constituirá a alternativa mais evidente para chegar à Baixa. É de esperar que a reabertura da Linha de Sintra até ao Rossio leve a uma perda de passageiros na Linha Azul, já que nas Linhas Azul e Amarela são aceites os títulos de transporte da CP Lisboa. Será por isso de esperar que houvesse uma migração de passageiros que utilizavam a Linha de Sintra até ao Rossio.

A análise dos diagramas de carga para as pontas da manhã e da tarde evidencia a utilização intensa das Linhas Amarela e Azul para o centro da cidade de manhã e no sentido oposto de tarde. Nas Linhas Verde e Vermelha, o fluxo é sensivelmente equivalente em ambos os sentidos. Esta análise sustenta a já previsível utilização do metropolitano como alternativa ao encerramento do Túnel do Rossio mas não permite identificar como será o comportamento dos passageiros após a reabertura.

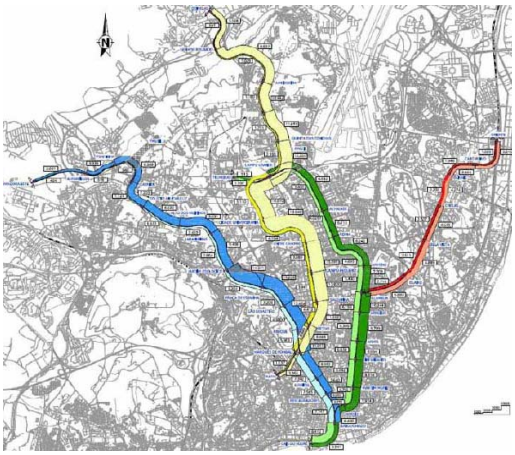


Figura 3.16. Metropolitano de Lisboa - Diagrama de carga da ponta da manhã (Jacob, 2007)

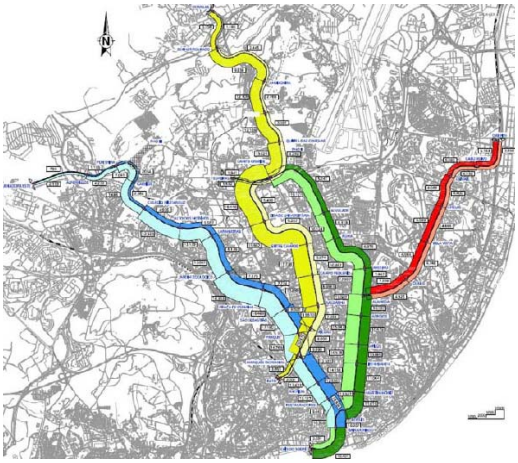


Figura 3.17. Metropolitano de Lisboa - Diagrama de carga da ponta da tarde (Jacob, 2007)

d) Transporte pedonal

Atendendo à localização estações ferroviárias de Lisboa é de esperar que alguns passageiros se desloquem a pé até ao seu destino final. Para perceber quais as áreas abrangidas pela circulação a pé elaboraram-se isócronas para 5, 10 e 15 minutos, em torno de alguns pontos característicos. Além das estações de Sete-Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e Oriente foram consideradas as estações de metropolitano de Restauradores, Saldanha e Marquês de Pombal, pela sua importância e localização em Lisboa.

Para o traçado das isócronas, foi necessário percorrer a pé algumas ruas e avenidas na zona de Entrecampos e do Marquês de Pombal, com diferentes relevos e características, identificando as zonas com o mesmo tempo de viagem.

As medições efectuadas nalguns eixos encontram-se Quadro 3.3. No Marquês de Pombal o ponto de referência utilizado foi a confluência da Rotunda com a Avenida da Liberdade, junto à entrada do Metropolitano. Em Entrecampos o ponto de referência foi a saída da estação do Metropolitano para a Avenida da República junto à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.

	Isócrona 5'	**Isócrona 10'**	**Isócrona 15'**
Avenida Liberdade (Marquês Pombal - Restauradores)	397 m	748 m	1205 m
Rua Joaquim António de Aguiar (Marques Pombal – Amoreiras)	272 m	576 m	903 m
Rua Braamcamp (Marquês Pombal – Rato)	379 m	742 m	1082 m
Avenida Fontes Pereira de Melo (Marquês Pombal – Saldanha)	486 m	701 m	921 m
Avenida Duque de Loulé (Marques Pombal – Praça José Fontana)	315 m	572 m	834 m
Avenida da República (Entrecampos – Saldanha)	385 m	721 m	1072 m
Jardim Campo Grande (Entrecampos – Campo Grande)	346 m	683 m	1022 m
Distância Média Percorrida	**369 m**	**678 m**	**979 m**
Velocidade Média	**4,43 km/h**	**4,07 km/h**	**3,92 km/h**

Quadro 3.3. Transporte Pedonal - Distâncias percorridas por isócrona nas ruas analisadas

Lisboa é uma cidade acidentada pelo que se escolheram alguns eixos de relevo desfavorável em paralelo com outros mais propícios à circulação pedonal, ou seja, de declives menos acentuados.

Verificou-se que a velocidade média era mais elevada na isócrona de 5 minutos, o que é compatível com o facto do peão não se encontrar inicialmente cansado. Previsivelmente a distância percorrida e a correspondente velocidade diminuem com o tempo embora se percorram sensivelmente 300 metros por cada 5 minutos, ou seja, perto de 1 km em 15 minutos. Com estes dados, foram traçadas as isócronas em torno de alguns dos pontos indicados, tendo-se obtido a Figura 3.18. que também se apresenta em formato maior no anexo 9.

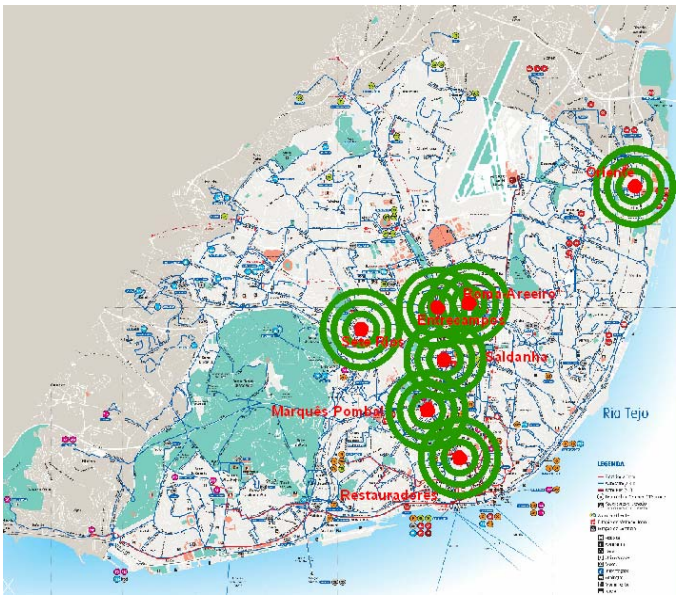


Figura 3.18. Lisboa - Isócronas pedonais para alguns pontos da cidade

As estações de Entrecampos, a praça de Saldanha, a Rotunda do Marquês de Pombal e os Restauradores, encontram-se respectivamente nas isócronas 5, 10 e 15 minutos relativas ao metropolitano na estação de Entrecampos. Cobrem, na totalidade, o eixo formado pelas Avenidas da República e da Liberdade e grande parte da Baixa. Tomando o Metropolitano em Entrecampos são necessários 30 minutos para chegar ao Terreiro do Paço sendo esse o ponto mais afastado do percurso. Isto significa que qualquer outro ponto incluído nas área de influência das isócronas estará pelo menos, ao mesmo tempo de Entrecampos.

As isócronas com referência em Sete Rios abrangem o Jardim Zoológico, o Centro de Saúde de Sete Rios e a Praça de Espanha em menos de 15 minutos. O Hospital de Santa Maria e a Fundação Calouste Gulbenkian encontram-se imediatamente próximas da isócrona de 15 minutos. As isócronas a partir de Entrecampos, até 15 minutos, incluem a Câmara Municipal de Lisboa, todo um conjunto de empresas sedeadas nessa zona bem e o Campo Pequeno, zona comercial e de espectáculos. No Areeiro, a menos de 15 minutos, encontram-se diversas zonas em comum com Entrecampos, em particular o Campo Pequeno.

O Saldanha constitui outro dos pontos de interesse com as suas isócronas, em particular a de 15 minutos, a cobrir grande parte das Avenidas da República e Fontes Pereira de Melo bem como o Instituto Superior Técnico e o Campo Pequeno. Associando ao metropolitano, o Saldanha está na isócrona dos 5’ minutos do metropolitano partindo de Entrecampos, e existe um conjunto alargado de serviços nesta zona, desde espaços comerciais a escritórios e diversas empresas acessíveis em menos de 15 a 30 minutos.

O conjunto de isócronas de 5, 10 e 15 minutos traçado nos Restauradores cobriu quase a totalidade da Baixa Pombalina, local de lazer e simultaneamente de trabalho. A recente medida da autarquia de Lisboa ao impedir os carros no Terreiro do Paço, no fim-de-semana, irá potenciar a circulação pedonal nesta zona. Se a referência estiver em estações mais centrais relativamente à Baixa Pombalina, como Baixa-Chiado ou Rossio, toda a zona é coberta pela isócrona de 15’. Estas

estações de metropolitano estão situadas na isócrona de 15 minutos do metropolitano, quer partindo de Sete Rios, quer de Entrecampos.

Finalmente, o Oriente tem, no espaço coberto pelas isócronas aí centradas, diversos equipamentos como o Pavilhão Multiusos e a Feira Internacional de Lisboa. Sendo sobretudo uma zona comercial com a presença de actividades culturais, será de associar este destino ao lazer e como existem já várias empresas nesta zona, o trabalho passa também a constituir um motivo de deslocação.

É muito provável que o passageiro chegado às estações ferroviárias de Lisboa, tome o autocarro ou metropolitano e faça parte do percurso, a pé, para o seu destino. Seja qual for a opção não se prevê que demore mais que 15 a 30 minutos uma vez saído de qualquer estação ferroviária do eixo Norte-Sul. Por autocarro grande parte da cidade é coberta em menos de 15 minutos e o estabelecimento de isócronas pedonais a partir dos extremos da isócrona de 15 minutos do autocarro mostraria uma cobertura quase total. À semelhança do autocarro, também no metropolitano acontece o mesmo, embora a reduzida rede não permita uma cobertura tão extensa.

3.3. Caracterização da oferta comercial ferroviária na linha de Sintra

As estações de Queluz-Belas e Mercês encontram-se na linha de Sintra sendo servidas por um único operador, a CP Lisboa.

Devido ao encerramento do Túnel do Rossio, a exploração comercial da linha foi reajustada, alargando o conjunto de famílias, alterando características dos serviços suburbanos e estendendo algumas famílias até estações de outros troços suburbanos, como Alverca, na linha da Azambuja e Roma-Areeiro, no eixo Norte-Sul. A estação de Campolide, na Linha de Sintra, ficou sem exploração comercial directa a partir de Sintra. Esta situação resultou na oferta que esteve em vigor até 21 de Abril de 2007 e que foi objecto de análise para o presente trabalho.

Ambas as estações analisadas, Queluz-Belas e Mercês, apenas dispõem de comboios de serviço suburbano. O serviço suburbano caracteriza-se normalmente por uma frequência com intervalos de 5 a 15 minutos em viagens de duração inferior a 60 minutos. Os veículos utilizados nestes serviços dispõem de grande permeabilidade conferida pelo elevado número de portas e maior proporção de espaços para viagem em pé em relação à viagem sentado.

Esquematicamente, a oferta de comboios na Linha de Sintra é caracterizada nos diagramas das Figuras 3.19. e 3.20.

Figura 3.19. Linha de Sintra - Famílias de Comboios de Segunda a Sexta-Feira (CP, 2007)

Figura 3.20. Linha de Sintra - Famílias de Comboios aos fins-de-semana e feriados (CP, 2007)

As famílias de comboios que circulam na linha de Sintra, de Segunda-feira a Sexta-Feira, apresentam as características indicadas no Quadro 3.4.

Aos fins-de-semana e feriados a oferta é reajustada face a uma procura, previsivelmente, mais reduzida existindo apenas duas famílias de comboios. A oferta apresenta as características assinaladas no Quadro 3.5. A única família de comboios que circula todos os dias é a Verde, entre Roma-Areeiro e Sintra, embora com frequências diferentes conforme os períodos do dia.

Família	Percurso	Inicio da Exploração	Fim da Exploração	Frequência
Linha Castanha	Mira-Sintra/Meleças – Entrecampos Poente	06:28 16:58	08:58 19:58	30 Minutos
	Entrecampos Poente-Mira-Sintra/Meleças	07:08 17:08	09:08 19:38	30 Minutos
Linha Vermelha	Mira-Sintra/Meleças – Roma-Areeiro	09:13 20:13	15:53 21:13	20 Minutos
	Roma-Areeiro – Mira-Sintra/Meleças	09:40 20:20	16:20 21:20	20 Minutos
Linha Amarela	Mira-Sintra/Meleças – Lisboa (Oriente)	06:38 16:38	08:38 19:38	30 Minutos
	Lisboa (Oriente) – Mira-Sintra/Meleças	07:45 16:45	09:15 19:45	30 Minutos
Linha Azul	Mira-Sintra/Meleças – Alverca	05:18 16:18	08:48 19:48	30 Minutos
	Alverca – Mira-Sintra/Meleças	05:22 16:22	09:22 19:22	30 Minutos
Linha Verde	Sintra – Roma-Areeiro	05:03 16:13	08:53 19:53	10 Minutos
		09:13 20:13	15:53 21:53	20 Minutos
		22:23	00:53	30 Minutos
	Roma-Areeiro – Sintra	06:00 16:30	09:30 19:50	10 Minutos
		09:50 20:10	16:10 22:30	20 Minutos
		23:00	01:30	30 Minutos
Linha Azul - Escuro	Sintra – Lisboa (Oriente)	23:23	23:23	Comboio único
	Lisboa (Oriente) – Sintra	00:25	00:25	Comboio Único

Quadro 3.4. Linha de Sintra - Características da oferta de comboios suburbanos nos dias úteis

Entre a oferta semanal e a de fins-de-semana e feriados não existe mais nenhum ponto em comum. Em ambos os casos, Queluz-Belas e Mercês, todos os comboios efectuam paragens em todas as estações e apeadeiros do seu percurso, com excepção de Entrecampos – Poente, onde só os comboios com destino ou procedentes daquela estação efectuam paragens. Uma outra nota para referir que na família Azul, de Mira-Sintra/Meleças a Alverca e vice-versa, os três primeiros comboios com partida de Mira-Sintra/Meleças apenas se efectuam a partir da estação de Cacém. As estações de Chelas, Marvila, Alcântara-Terra e Campolide não são servidas pelas famílias de comboios da linha de Sintra. Aos fins-de-semana e feriados, a estação de Mira-Sintra/Meleças não é servida por comboios suburbanos.

Família	Percurso	Início da Exploração	Fim da Exploração	Frequência de comboios
Linha Verde-claro	Sintra – Alverca	05:38	23:08	30 Minutos
	Alverca – Sintra	06:22	23:52	30 Minutos
Linha Verde	Sintra – Roma-Areeiro	5:23	21:23	30 Minutos
		23:38	0:38	
	Roma-Areeiro – Sintra	6:30	22:00	30 Minutos
		00:45	1:15	

Quadro 3.5. Linha de Sintra - Características da oferta de comboios suburbanos aos fins-de-semana e feriados

a) Queluz-Belas

A estação de Queluz-Belas apenas recebe comboios suburbanos. No Quadro 3.6. estão os tempos de viagem para as principais estações da linha de Sintra. Globalmente, o tempo de viagem entre Queluz-Belas e as estações de Sete Rios, Entrecampos e Roma-Areeiro, é de 15 minutos.

Esta estação é servida por todas as famílias de comboios da linha de Sintra. Efectuam-se diariamente, no sentido de Lisboa, 146 comboios e em sentido contrário 140 com a gama de destinos indicada na Figura 3.21. O primeiro comboio passa nesta estação às 5h26 com destino a Roma-Areeiro e às 6h03 no sentido inverso, com destino a Sintra. A exploração termina às 1h48 com o último comboio para Sintra, pouco mais de meia hora depois do último comboio com destino a Roma-Areeiro.

Estações	Tempo de viagem de comboio		Distância
	Segunda a Sexta-Feira	Sábados, Domingos e Feridos	
Sintra	23 minutos		15,1 km
Mira-Sintra/Meleças	13 minutos	Não há serviço	8,0 km
Benfica	9 minutos		5,8 km
Sete Rios	12 minutos		10,3 km
Entrecampos	15 minutos		12,1 km
Roma-Areeiro	17 minutos		13,4 km
Oriente	26 minutos		19,3 km
Alverca	42 minutos		34,6 km

Quadro 3.6. Queluz-Belas - Tempos de viagem e distâncias a estações servidas pelas famílias de comboios da linha de Sintra

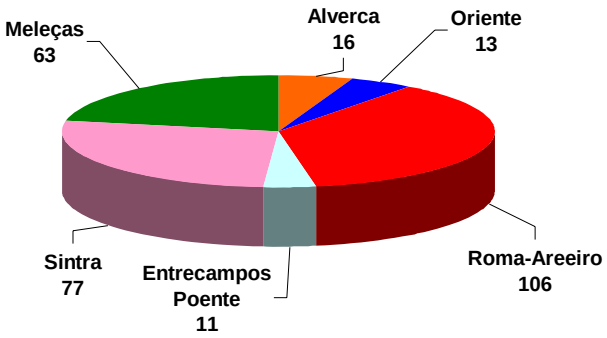


Figura 3.21. Estação de Queluz-Belas – Distribuição de destinos nos dias úteis

O Quadro 3.7. apresenta, ao longo do dia, os diferentes períodos com diferentes frequências de circulação de comboios.

Comboios no Sentido de Sintra			Comboios no Sentido de Lisboa		
Hora	**Frequência**	**Número de Comboios**	**Hora**	**Frequência**	**Número de Comboios**
06:03 às 07:18	10 minutos	10	05:26 às 06:26	10 minutos	9
07:18 às 10:08	5 minutos	32	06:26 às 09:16	5 minutos	34
10:08 às 16:58	10 minutos	41	09:26 às 16:16	10 minutos	42
16:58 às 20:13	5 minutos	39	16:16 às 20:16	5 minutos	45
20:13 às 21:48	10 minutos	9	20:16 às 21:36	10 minutos	8
21:48 às 22:48	20 minutos	3	21:36 às 22:16	20 minutos	2
22:48 às 01:48	30 minutos	6	22:16 às 01:16	30 minutos	6

Quadro 3.7. Queluz-Belas - Frequências e número de comboios por períodos do dia num dia útil.

Há um desfasamento entre o início e o final dos períodos de maior frequência de comboios, se comparados os dois sentidos. No período da manhã, em ambos os sentidos, as frequências, desde o início da exploração são de 10 minutos, passando a 5 minutos entre as 7h e as 10h.

Tendo em atenção que o tempo de viagem entre Queluz-Belas e qualquer uma das estações de Lisboa ronda os 15 minutos, a oferta está desenhada para que a maioria dos passageiros cheguem a Lisboa antes das 9h30. No período da tarde, o operador admite que a maioria dos

passageiros procuram o transporte ferroviário a partir das 16h30 até cerca das 20h00. Depois das 20h a frequência de comboios é gradualmente reduzida até aos 30 minutos.

Aos fins-de-semana, as duas únicas famílias de comboios que circulam na linha de Sintra param na estação de Queluz-Belas. Realizam-se 70 comboios no sentido de Sintra e 72, no sentido inverso, distribuindo-se os seus destinos conforme a Figura 3.22.

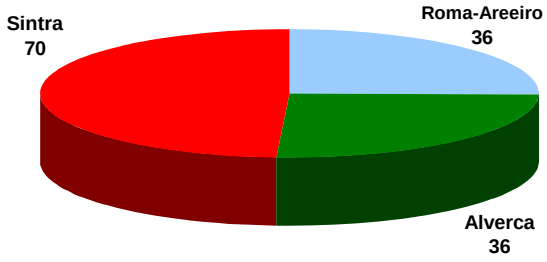


Figura 3.22. Estação de Queluz-Belas – Distribuição de destinos ao fim-de-semana e feriados

O primeiro comboio efectua-se às 5h46 para Roma-Areeiro e uma hora depois, no sentido contrário. A exploração termina com o comboio da 01h33 para Sintra, meia hora depois de passar o último com destino a Roma-Areeiro. As frequências ao longo do dia apresentam-se no Quadro 3.8.

Comboios no Sentido de Sintra			Comboios no Sentido de Lisboa		
Hora	**Frequência**	**Número de Comboios**	**Hora**	**Frequência**	**Número de Comboios**
06:48 às 22:33	15 minutos	64	05:46 às 22:01	15 minutos	66
22:33 às 01:33	30 minutos	6	22:01 às 01:01	30 minutos	6

Quadro 3.8. Queluz-Belas - Frequências e número de comboios por períodos do dia aos fins-de-semana e feriados

Aos fins-de-semana e feriados a frequência de comboios em Queluz-Belas é inferior, com excepção no período do final da noite, em que é semelhante, relativamente a um dia útil. Circulam, ao fim-de-semana, metade dos 286 comboios que circulam num dia útil.

b) Mercês

Comparativamente com Queluz-Belas, a estação de Mercês situa-se, mais perto de Sintra e mais longe de Lisboa. Está apenas dotada de ligações suburbanas. Os tempos de viagem para as principais estações da linha de Sintra e das famílias de comboios apresentam-se no Quadro 3.9.

Estações	**Tempo de viagem de comboio**		**Distância Quilométrica**
	Segunda a Sexta-Feira	**Sábados, Domingos e Feridos**	
Sintra	07 minutos		5,3 km
Benfica	25 minutos		15,6 km
Sete Rios	28 minutos		20,0 km
Entrecampos	31 minutos		21,9 km
Roma-Areeiro	32 minutos		23,2 km
Oriente	50 minutos	38 minutos	29,1 km
Alverca	1hora e 08 minutos	58 minutos	44,4 km

Quadro 3.9. Mercês - Tempos de viagem e distâncias a estações servidas pelas famílias de comboios da linha de Sintra

Globalmente, o tempo de viagem entre a estação de Mercês e as estações mais centrais de Lisboa é de 30 minutos.

A estação das Mercês é servida, nos dias úteis, apenas pelas famílias de comboios Verde e Azul-escuro. A segunda apenas se caracteriza por uma única circulação. A gama de destinos dos comboios com partida desta estação é assim limitada a Sintra e Roma-Areeiro. Da família Azul-Escuro o único comboio que se efectua é no percurso Oriente-Sintra. Efectuam-se da família Verde 76 comboios diários com destino a Roma-Areeiro e 79 comboios com destino a Sintra. Da família de comboios Azul-escuro efectua-se um comboio com destino ao Oriente e outro com destino a Sintra. O primeiro comboio nesta estação passa às 5h10 para Lisboa e o último às 2:03 para Sintra, uma hora depois do último que segue para Lisboa.

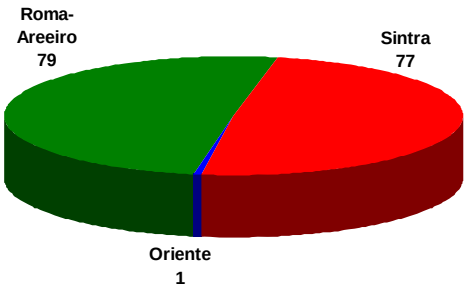


Figura 3.23. Estação de Mercês – Distribuição de destinos num dia útil

O Quadro 3.10. apresenta os períodos que correspondem a frequências diferentes ao longo do dia. O número de comboios que se realiza nesse período totaliza 157 comboios/dia.

De acordo com o Quadro 3.10., há um desfasamento entre o início e o final dos períodos de maior frequência de comboios, se comparados os dois sentidos. No período da manhã, em ambos os sentidos, as frequências desde o início da exploração são de 10 minutos. No sentido de Sintra a exploração inicia-se às 06:33. Só a partir das 10:03 se verifica uma diminuição da frequência de comboios para 20 minutos.

Comboios no Sentido de Sintra			Comboios no Sentido de Lisboa		
Hora	**Frequência**	**Número de Comboios**	**Hora**	**Frequência**	**Número de Comboios**
06:33 às 10:03	10 minutos	22	05:10 às 09:00	10 minutos	24
10:03 às 17:03	20 minutos	20	09:00 às 16:20	20 minutos	22
17:03 às 20:23	10 minutos	21	16:20 às 20:00	10 minutos	22
20:23 às 23:03	20 minutos	8	20:00 às 23:00	20 minutos	8
23:03 às 02:03	30 minutos	6	23:00 às 01:00	30 minutos	4

Quadro 3.10. Mercês - Caracterização da oferta de comboios de Segunda a Sexta-Feira

No sentido inverso, a exploração inicia-se sensivelmente uma hora mais cedo e o período da manhã, com frequências de 10 minutos, termina uma hora mais cedo. Tendo em atenção que o tempo de viagem entre Mercês e qualquer uma das estações de Lisboa ronda os 30 minutos, facilmente se infere que o operador considera que os passageiros desejam, na sua maioria, chegar antes das 9h30. No período da tarde, o operador admite que a maioria dos passageiros procuram o transporte ferroviário a partir das 17h até cerca das 20h30 com maior intensidade no sentido de Sintra. A partir das 20h, a frequência é reduzida para 20 minutos até cerca das 23h. Até final da exploração ela passa para 30 minutos.

Sumariamente o horário estará dimensionado para dar resposta a um fluxo de passageiros mais intenso de manhã até às 9h00, no sentido de Lisboa, e durante a tarde entre as 17h e 20h30 no sentido de Sintra. Este dimensionamento corresponde ao movimento pendular do típico passageiro que vive na periferia da cidade e que se desloca para exercer a sua actividade diária de manhã, regressando ao fim da tarde e inicio da noite.

No período de fim-de-semana e feriados, a estação de Mercês é servida por duas famílias de comboios. A gama de destinos é alargada para Alverca, para além de Roma-Areeiro e Sintra. Comparativamente ao período semanal, aos fins-de-semana e feriados, param menos 10 comboios na estação de Mercês, embora haja maior diversidade de destinos e maior frequência. Circulam 142 comboios, 70 com destino a Sintra e 72 com destino a Lisboa, repartidos igualmente pelas duas famílias. O primeiro comboio, ao fim-de-semana e feriados, passa às 5h30 com destino a Lisboa, noventa minutos mais cedo do que o primeiro para Sintra. O último passa à 1h48 para Sintra, uma hora mais tarde do que o ultimo para Lisboa.

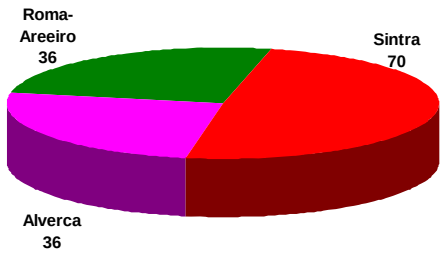


Figura 3.24. Estação de Mercês – Distribuição de destinos ao fim-de-semana e feriados

As frequências são de 15 minutos correspondendo a 4 comboios/hora por sentido repartidos igualmente pelas duas famílias. O menor fluxo de passageiros e o carácter menos rígido, do ponto de vista do horário, que a viagem ao fim-de-semana normalmente tem, não sugerem ao operador a necessidade de reforçar a oferta em determinados períodos É de salientar que há períodos do dia em que a frequência de comboios aos fins-de-semana e feriados é superior à frequência que se verifica nos dias úteis. É por exemplo o caso do período entre as 10h e as 15h. É a partir das 21h que se verifica a diminuição da frequência de comboios, primeiro no sentido para Lisboa e depois no sentido para Sintra

O Quadro 3.11. apresenta as frequências e períodos respectivos das circulações.

Comboios no Sentido de Sintra			Comboios no Sentido de Lisboa		
Hora	**Frequência**	**Número de Comboios**	**Hora**	**Frequência**	**Número de Comboios**
07:03 às 22:48	15 minutos	64	05:30 às 21:45	15 minutos	66
22:48 às 01:48	30 minutos	6	21:45 às 0:45	30 minutos	6

Quadro 3.11. Mercês - Caracterização da oferta de comboios em fins-de-semana e feriados

Apesar de ser expectável uma redução de passageiros nos períodos de fim-de-semana e feriados, a oferta de comboios acaba por não sofrer alterações significativas face ao período de Segunda-feira a Sexta-Feira. A diferença de apenas menos 10 circulações, comparativamente com o dia útil, sugere que o fluxo de passageiros é semelhante no dia útil e no fim-de-semana. Ou então existe uma desadequação da oferta de fim-de-semana.

4. Descrição dos casos de estudo

4.1. Comentários prévios

Como se referiu, as estações ferroviárias que constituíram os casos de estudo, para análise de caracterização de fluxos de passageiros e de acessos foram Queluz-Belas e Mercês na linha de Sintra.

Anteriormente efectuou-se o enquadramento da linha de Sintra na Área Metropolitana de Lisboa. Entende-se também proceder a uma breve caracterização socioeconómica deste corredor estabelecendo a sua dependência a Lisboa serão analisadas as estações ferroviárias. A caracterização das estações ferroviárias incidiu sobre a geometria dos acessos, a envolvente, o estacionamento disponível, a multi-modalidade, as plataformas de embarque e lay-out e as circulações e constrangimentos.

Apresentam-se também as razões que motivaram a escolha das estações ferroviárias e uma breve descrição da estrutura social e económica das localidades mais próximas das estações

4.2. Breve caracterização socioeconómica da Área Metropolitana de Lisboa

Através da análise da variação de população, da pressão construtiva, da densidade de postos de trabalho e da especialização sectorial do mercado de trabalho foi possível perceber algumas das razões da existência de movimentos pendulares entre Lisboa e a sua periferia, em particular no corredor de Sintra.

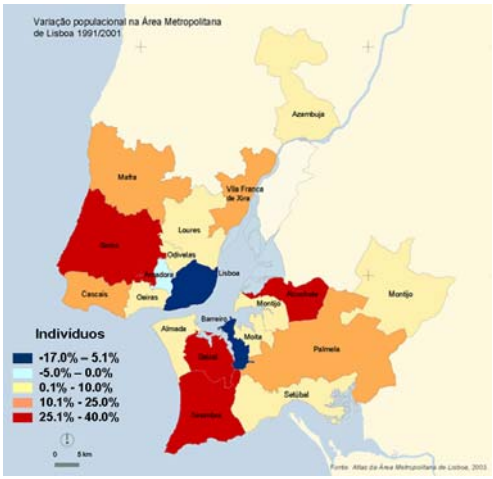


Figura 4.1. Área Metropolitana de Lisboa - Variação populacional em 1991/2001 (AML, 2007)

A comparação dos últimos censos (1991 e 2001) indica uma diminuição de população no concelho de Lisboa de 5% a 17% e um aumento entre 25% a 40% nos concelhos de Sintra, Seixal, Sesimbra e Alcochete. Só Lisboa, Barreiro e Amadora perderam população. Amadora encontra-se na esfera urbana de Lisboa pelo que será de esperar uma variação semelhante à da cidade-mãe. Como a população da Área Metropolitana de Lisboa tem aumentado, os dados demográficos apontam para uma migração do centro para a periferia.

Com esta migração será de esperar uma pressão construtiva mais importante na periferia de Lisboa. A Figura 4.2. apresenta o concelho de Sintra como um dos que maior pressão construtiva teve em 1994.

O facto do custo de habitação ser elevado no centro histórico leva os residentes mais necessitados e os mais jovens a instalarem-se na periferia do concelho de Lisboa, aumentando a pressão construtiva. Ocorre uma sedimentação da população na Megacidade em função dos seus rendimentos económicos: quanto mais afastado de Lisboa, mais barata será a habitação.

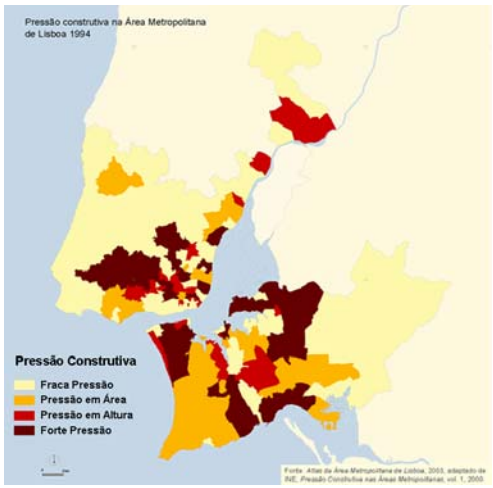


Figura 4.2. Área Metropolitana de Lisboa – Pressão construtiva em 1994 (AML, 2007)

Globalmente ocorre uma estratificação social desde o centro até à periferia embora a continuidade deste fenómeno associado à Megacidade seja interrompida por locais de bem-estar e qualidade elevada ou inversamente por zonas de fraco desempenho social (Pereira, 2004).

Analisando duas variáveis económicas, a densidade de postos de trabalho e a especialização sectorial, foi possível concluir que um dos principais motivos das deslocações pendulares é o trabalho.

A Figura 4.3. evidencia a maior densidade de postos de trabalho no concelho de Lisboa, em particular na Baixa Pombalina. A população que abandonou a cidade para viver na periferia manteve os seus postos de trabalho no centro histórico. Esta situação origina o movimento pendular para Lisboa, de manhã, e para a periferia, ao fim da tarde, para trabalhar. Ao longo das linhas de Sintra, Cascais e Azambuja existe também uma considerável densidade de postos de trabalho sugerindo a existência de movimentos pendulares procedentes de Lisboa com destino à periferia.

Os postos de trabalho de Lisboa estão essencialmente do sector terciário, de acordo com a Figura 4.4. No interior da cidade, é na zona Norte, junto do eixo Norte-Sul, onde se concentram os postos de trabalho do sector terciário. A concentração do sector terciário no concelho de Lisboa e o desaparecimento gradual do sector primário à medida que se avança para a periferia são consequências do fenómeno de Megacidade (Pereira, 2004).

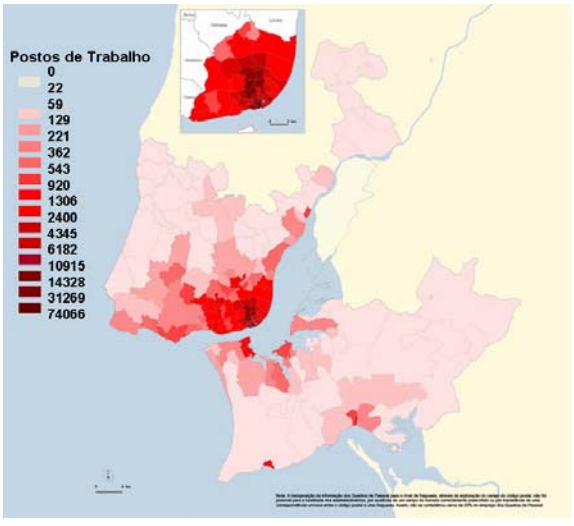


Figura 4.3. Área Metropolitana de Lisboa – Densidade e postos de trabalho em 1997 (AML, 2007)

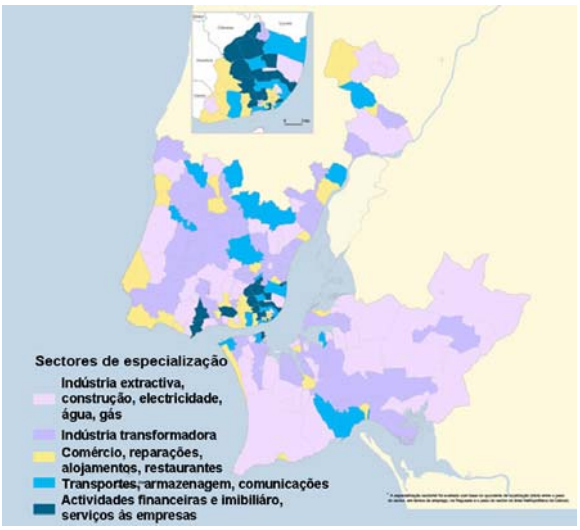


Figura 4.4. Área Metropolitana de Lisboa – Especialização sectorial do mercado de trabalho em 1997 (AML, 2007)

Segundo a CP o cliente transportado nas suas linhas suburbanas é sobretudo do sexo feminino com idade inferior a 34 anos, trabalhador por conta de outrem e detentor de viatura própria. A percentagem de estudantes é de 25% (Amorim, 2007). Tratando-se de uma idade activa e do sexo

feminino, o passageiro tipo identificado pelo operador enquadra-se no perfil do funcionário no sector terciário.

A Figura 4.5. evidencia a importância dos eixos ferroviárias para a localização de aglomerados populacionais significativos na Área Metropolitana de Lisboa.

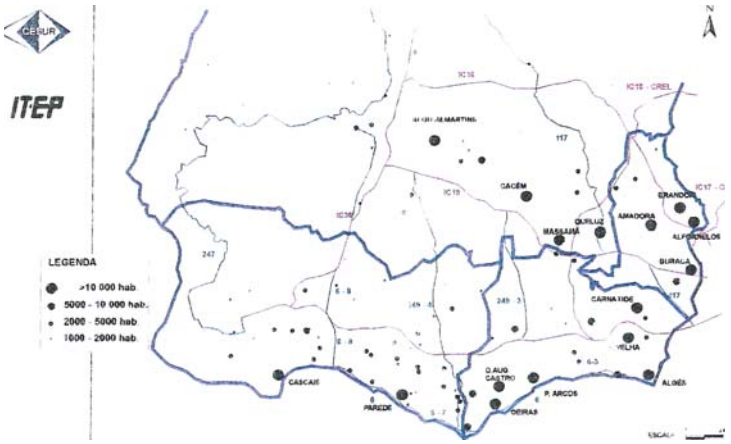


Figura 4.5. Área Metropolitana de Lisboa – Localidades com mais de 10 000 habitantes na margem Norte em 2000 (CESUR citado por Gaivoto, 2000)

Do ponto de vista demográfico, as localidades com mais de 10 000 habitantes localizam-se ao longo dos eixos ferroviários suburbanos da Área Metropolitana de Lisboa. Ao longo da Linha de Sintra encontram-se várias localidades com mais de 10 000 habitantes: Algueirão/Mem-Martins, onde se inclui Mercês, Cacém, Massamá, Queluz, Amadora e Buraca (Damaia). O comboio ferroviário contribuiu decisivamente para o aparecimento destes aglomerados populacionais (Martins, 1999).

4.3. O linha de Sintra e a escolha das estações

Na Área Metropolitana de Lisboa existem cinco corredores ferroviários suburbanos: a Linha de Cascais (Cais do Sodré - Cascais); a Linha de Sintra (Rossio – Sintra); a linha da Azambuja (Santa Apolónia – Azambuja); a Linha do Sado (Barreiro – Praias do Sado); a Linha do Sul/Sado (Roma-Areeiro – Setúbal)

Figura 4.6. – Área Metropolitana de Lisboa – Linhas ferroviárias suburbanas (CP, 2007)

Também na AML, a linha do Oeste não tem uma especificidade suburbana semelhante a estes corredores, constituindo uma sub-radial da linha de Sintra. Eventualmente será de considerar o troço Malveira – Torres Vedras como uma segunda radial ferroviária a implementar em Lisboa (Pereira, 2004). Ao eixo Norte-Sul chegam famílias das linhas de Sintra e da Azambuja, para além dos serviços de longo curso para Faro e Porto. Este eixo tem características urbanas.

A CP Lisboa é a unidade de negócios da CP responsável por quatro linhas suburbanas da Área Metropolitana de Lisboa, Sintra, Azambuja, Cascais e Sado, servindo uma população de 2,7 milhões de habitantes. Em toda a rede suburbana da AML, a CP Lisboa transporta 410 000 clientes /dia (Amorim, 2007). Aproximadamente 9% dos passageiros utilizam as estações de Queluz-Belas e Mercês. As linhas de Sintra e Cascais absorvem 81% do tráfego suburbano da Área Metropolitana de Lisboa e a CP Lisboa representa 70% do mercado total de passageiros da CP.

Em Lisboa, o transporte suburbano estagnou desde 2002. A incapacidade de resposta do transporte colectivo gerando alternativas competitivas, a opção por uma postura imobilista assistindo à progressiva degradação da oferta e o envelhecimento de frotas provocaram a perda de passageiros e o desequilíbrio financeiro dos operadores. Tem faltado ainda capacidade de iniciativa, dinamismo e agressividade comercial. (Rodrigues, 1999). A nível europeu a tendência é de crescimento. Em Espanha o tráfego de passageiros suburbanos tem crescido a uma média anual de 5,8% (Teixeira, 2006).

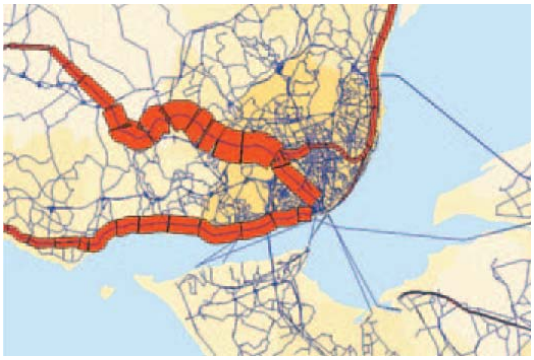


Figura 4.7. Rede suburbana CP Lisboa - Diagramas de carga (Prieto e Cerejeira, 2003)

A linha de Sintra é um dos eixos suburbanos da AML mais importantes destacando-se dos restantes pelo número de passageiros transportados e pelo número de circulações diárias.

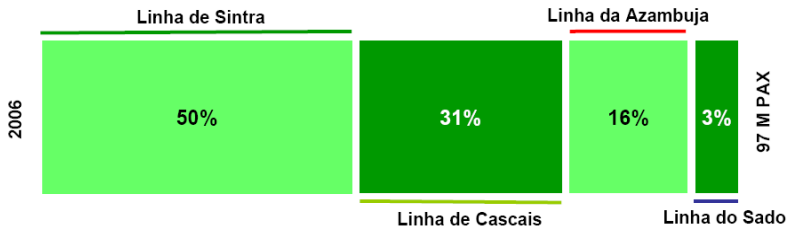


Figura 4.8. CP Lisboa – Distribuição do tráfego suburbano por linhas (Amorim, 2007)

A CP Lisboa realizou em 2006, 6 830 mil comboios.quilómetro (CK). Desses 34% foram na linha de Sintra correspondendo a 255 comboios por dia útil.

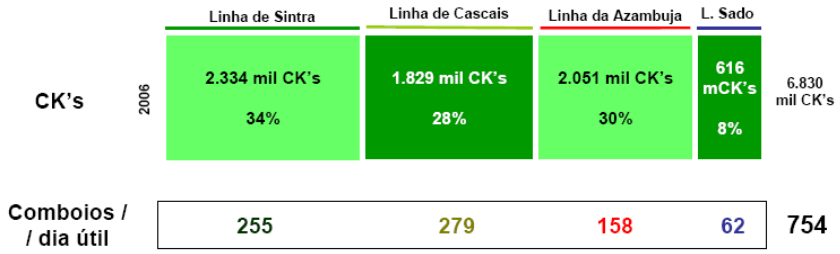


Figura 4.9. CP Lisboa **-** Oferta comercial ferroviária em 2006 (Amorim, 2007)

Em 2007, a oferta na Linha de Sintra, tem sido de 286 comboios/dia útil, na estação de Queluz-Belas; e de 157 comboios/dia útil, na estação de Mercês.

A linha de Sintra atravessa alguns dos concelhos que fazem parte da Megacidade Lisboa (Amadora, Oeiras e Sintra) e tem a particularidade de ligar zonas urbanas já consolidadas nas imediações de Lisboa a vilas mais rurais próximas de Sintra. Agualva-Cacém representa o ponto de transição entre ambas as zonas.

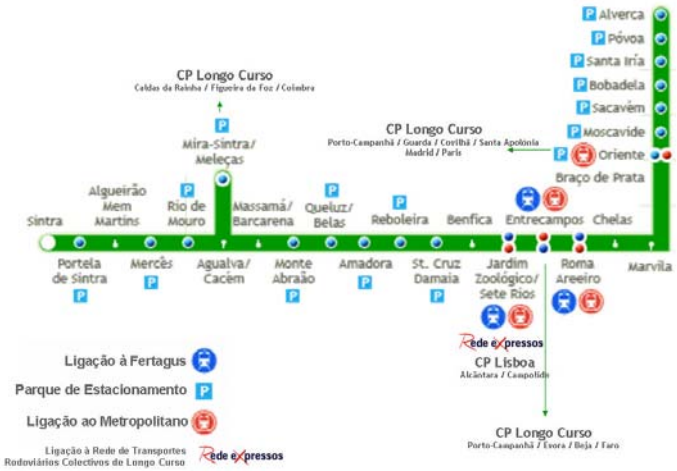


Figura 4.10. Linha de Sintra (adaptado de CP 2007)

Com o encerramento do Túnel do Rossio surgiram novas famílias de comboios com destino a Sete Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro e ao Oriente. O Túnel do Rossio permite o acesso à estação homónima, a maior na Área Metropolitana de Lisboa e que está exclusivamente afecta ao serviço suburbano. Segundo o operador é utilizada por 60 mil passageiros/dia.

Esta linha tem ligações a serviços de longo curso: em Agualva-Cacém para Caldas da Rainha, Figueira da Foz e Coimbra (linha do Oeste); em Entrecampos e Oriente, para o Porto (linha do Norte), Guarda (linha da Beira-Alta), Covilhã (linha da Beira-Baixa), Alentejo (linha do Alentejo) e Algarve (linha do Sul) através do Eixo Norte-Sul. Em Entrecampos e em Roma-Areeiro há ligação a outro operador ferroviário que explora a ligação Lisboa-Setúbal, a Fertagus. Nas estações de Sete Rios e Oriente há ligações rodoviárias de longo curso.

Nos anos 80, uma estimativa do CESUR indicava que as linhas de Sintra e Cascais teriam uma diminuição do fluxo de passageiros devido à deterioração de material circulante e incapacidade de resposta das infra-estruturas. Esta situação não se verificou embora tenha levado à remodelação da linha de Sintra (Gaivoto, 2000).

A importância da linha de Sintra no contexto da AML cresceu nos anos 90, período que coincide com a variação populacional negativa do concelho de Lisboa. Até esta altura era a linha de Cascais que transportava mais passageiros. A beneficiação da linha de Sintra, a construção do Itinerário Complementar 19 (IC19) e a construção desenfreada de habitação a baixos preços foram factores decisivos para que este corredor absorvesse a população

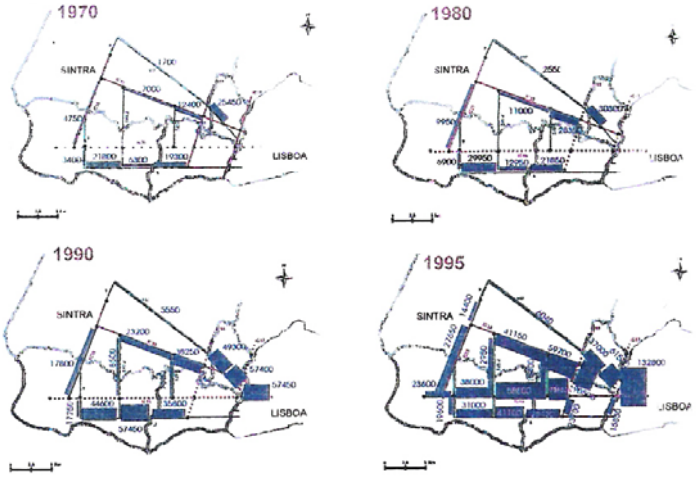


Figura 4.11. Eixos ferroviários de Lisboa - Evolução do tráfego médio diário (CESUR citado por Gaivoto, 2000)

que tradicionalmente se instalava em Lisboa e que era proveniente de outros pontos do País. Em 1995, a Linha de Sintra representava já um dos eixos preferenciais de entrada em Lisboa. No ano em que se realizou a Exposição Mundial de 1998 (EXPO'98), em Lisboa, no troço entre Amadora e Rossio foram transportados 120 mil passageiros/dia. Nesta data a oferta comercial era composta, simplificadamente, por três famílias: Sintra/Rossio, Queluz/Rossio e Cacem/Terminal 5 de Outubro. Por ocasião da EXPO'98, a família Cacém/Terminal 5 de Outubro foi estendida ao Oriente e iniciou-se a remodelação do eixo Norte-Sul e das suas estações.

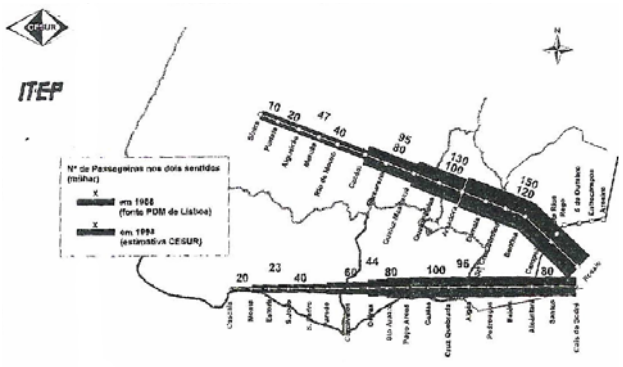


Figura 4.12. Linhas de Sintra e Cascais – Diagramas de Carga diários (CESUR citado por Gaivoto, 2000)

No final dos anos 90 é notório o crescimento do fluxo de passageiros, na linha de Sintra apesar de uma ligeira estagnação na oferta ferroviária. Esta estagnação estará relacionada com problemas de capacidade da infra-estrutura que impossibilitavam a criação de novos produtos e famílias de comboios (Salgado, 2002).

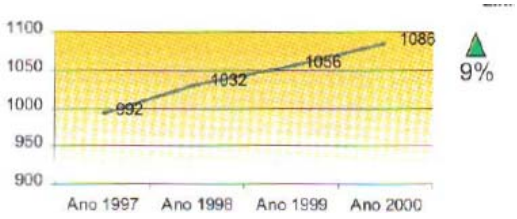


Figura 4.13. Linha de Sintra - Número de passageiros.quilómetro 10^6 (Pk) (Brito, 1999)

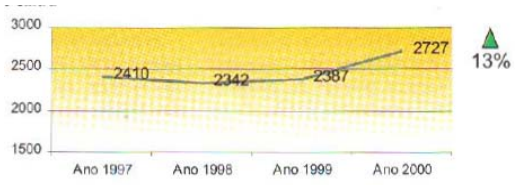


Figura 4.14. Linha de Sintra - Número de comboios.quilómetro 10^6 (Ck) (Brito, 1999)

Na linha de Sintra foram analisadas as estações de Queluz-Belas e Mercês. A escolha destas estações teve como base: a diferença de tempos de viagem para Lisboa, superior partindo de Mercês; as características urbanas e suburbanas: Queluz situa-se na primeira coroa urbana de Lisboa que agrega o eixo Damaia/Amadora e Queluz, Mercês, na freguesia de Algueirão/Mem-Martins é um lugar mais rural e sob influência de Sintra; a diferença na oferta de serviços do operador ferroviário, Queluz-Belas tem uma frequência de comboios superior à de Mercês, num dia útil; a possível aproximação da situação da saturação de Queluz-Belas dada a proximidade de Lisboa em contraponto com Mercês onde os fluxos esperados são inferiores.

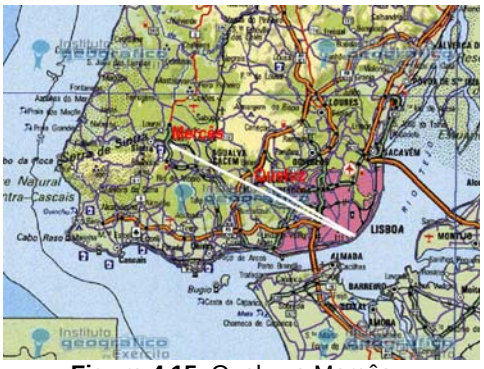


Figura 4.15. Queluz e Mercês – Posicionamento relativo na Área Metropolitana de Lisboa (IGEOE, 2007)

Apesar de os objectivos de viagem dos passageiros destas duas estações serem idênticos é de esperar que as características que estiveram na base da escolha das estações motivem fluxos de passageiros diferentes.

4.4. As localidades

a) Queluz-Belas

A estação de Queluz-Belas serve a freguesia de Queluz que integra a cidade de Queluz. A freguesia de Queluz é uma das dezassete que constituem o concelho de Sintra situando-se no seu extremo Oeste. Está situada a 10 quilómetros de Lisboa, no sentido Noroeste, e 12 quilómetros da sede de concelho. Para além da linha de Sintra, esta freguesia, é servida pelo IC19. Ocupa uma superfície de 670 hectares e tem uma população de 27913 habitantes dos quais 26362 habitam permanentemente em Queluz e estão distribuídos etariamente de acordo com a Figura 4.17. A população de Queluz representa cerca de 8% dos habitantes do concelho de Sintra.

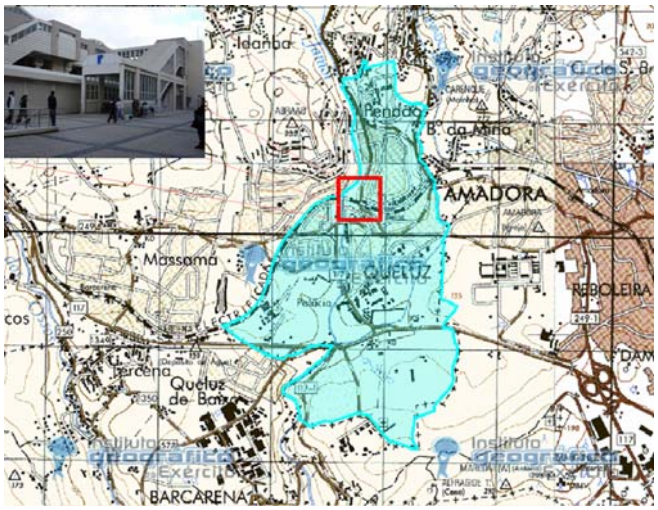


Figura 4.16. Queluz – Mapa da freguesia (adaptado de IGEOE, 2007)

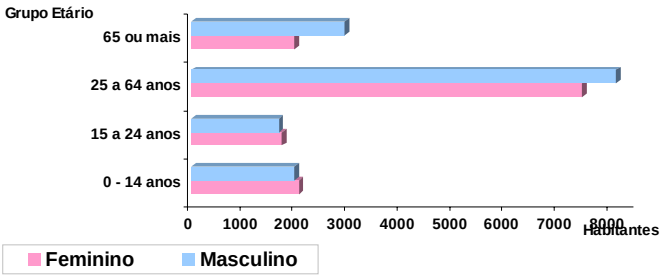


Figura 4.17. Queluz - População residente segundo género e grupo etário (INE, 2007)

A faixa etária correspondente à população em idade activa é a mais expressiva representando 55,8% do total de habitantes da freguesia de Queluz. Uma percentagem de população em idade activa tão importante permite concluir que esta localidade contribui activamente para a economia. Apesar das faixas etárias mais jovens serem relativamente estreitas, Queluz não é uma freguesia envelhecida já que apenas 17,5% da população se encontra acima de 65 anos.

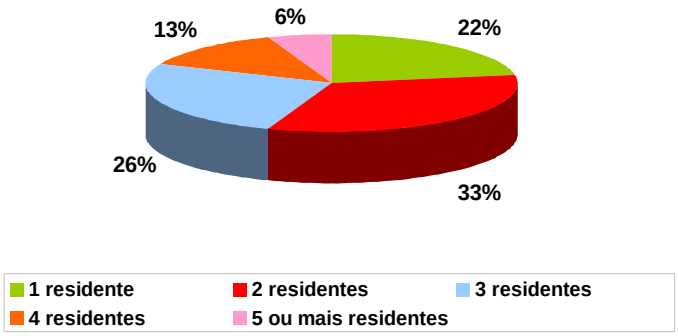


Figura 4.18. Queluz – Famílias clássicas segundo o número de residentes (INE, 2007)

Segundo dados dos Censos 2001 (INE,2007), a população residente agrupa-se na sua quase totalidade em famílias clássicas, 99.97% por oposição a 0.03% de famílias institucionais.

A análise da constituição das famílias clássicas revela que 55% são constituídas apenas por uma ou duas pessoas.

Cruzando a informação da Figura 4.17. e da Figura 4.18., facilmente se conclui que Queluz apresenta uma população agrupada em famílias de uma ou duas pessoas sem filhos. Trata-se de uma situação clássica nas sociedades actuais em que se privilegia a carreira profissional já que o número de filhos é reduzido. Note-se que 80% das famílias apenas são constituídas por três residentes ou menos, com a salvaguarda que o terceiro residente, pela definição censitária de família clássica, pode não ser um dependente directo.

Da análise das habilitações literárias da população de Queluz concluiu-se que 49% da população tem o 2º ciclo do ensino básico ou formação inferior havendo 12% dos habitantes com habilitações a nível superior, apenas. Apesar da população de Queluz ser activa, a falta de formação a nível médio e superior leva a concluir que os residentes tenham empregos cujas funções não exijam habilitações literárias muito exigentes.

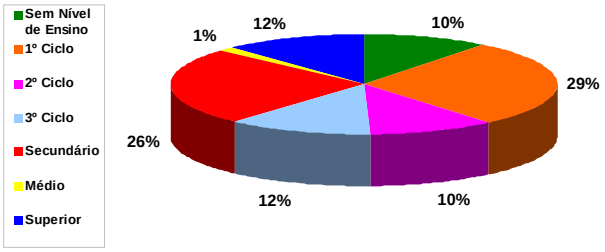


Figura 4.19. Queluz – Habilitações literárias da população residente (INE, 2007)

A maioria dos alojamentos familiares destina-se a residência habitual (83,27%) com o uso sazonal e alojamento vago a dividirem equitativamente entre si a percentagem restante. O fenómeno de terciarização parece não estar ainda implementado na freguesia já que só 0,44% das tipologias dos edifícios tem uma utilização principalmente não residencial. No entanto, na Avenida José Elias Garcia, uma das principais da cidade é visível a ocupação dos pisos inferiores dos edifícios por lojas e escritórios. A freguesia de Queluz tem inclusivamente uma intensa actividade comercial urbana, caracterizada essencialmente pela pequena empresa, constituída maioritariamente por empresas familiares. Existem cerca de 450 a 500 estabelecimentos comerciais de pequena dimensão e três centros comerciais.

A actividade industrial é reduzida já que grande parte da área da freguesia está coberta pela construção de imóveis residenciais e zonas verdes.

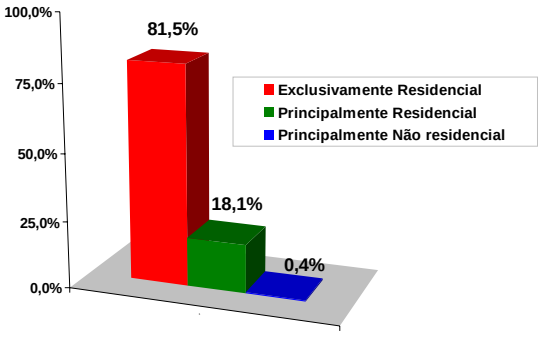


Figura 4.20. Queluz – Utilização de edifícios (INE, 2007)

A estação ferroviária de Queluz-Belas situa-se na Avenida António Enes sensivelmente no centro da freguesia como mostra a Figura 4.16. No limite Oeste da freguesia situa-se outra estação ferroviária, Monte-Abrãao. Toda a zona histórica e central de Queluz encontra-se mais próxima da estação de Queluz-Belas.

b) Mercês

A estação de Mercês serve o lugar da Tapada de Mercês, na freguesia de Algueirão/Mem-Martins. Esta freguesia situa-se no centro do concelho de Sintra. Está limitada a Norte pela freguesia

de Pêro Pinheiro, a Noroeste por Santa Maria, a Sudoeste por São Pedro, a Sul por Rio de Mouro e a Este por Belas. Ocupa uma superfície de 15,92 km^2 e tem uma população de aproximadamente 62557 habitantes da qual 59269 residem na freguesia. Queluz e Algueirão/Mem-Martins apresentam sensivelmente a mesma percentagem de habitantes que não residem de facto na freguesia, sensivelmente 6%.

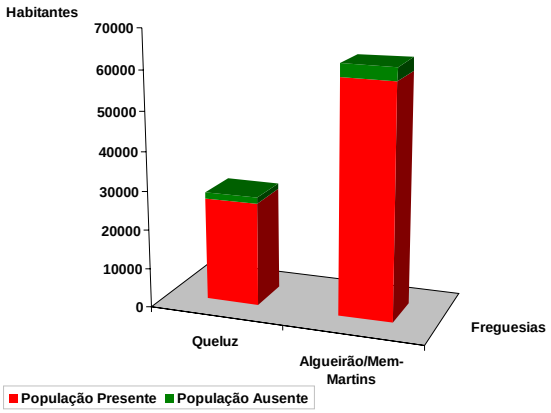


Figura 4.21. Queluz e Algueirão/Mem-Martins – População presente e ausente (INE, 2007)

A freguesia de Algueirão/Mem-Martins dispõe de duas estações ferroviárias. Mercês é uma estação periférica em relação à freguesia, por oposição à estação de Algueirão/Mem-Martins, mais central.

Estão identificadas, segundo os Censos 2001, 22400 famílias clássicas correspondendo a agregados formados, em média, por 3 pessoas.

A densidade populacional é das mais elevadas do concelho, 2,493 hab/km^2, com povoamento concentrado. A repartição por faixas etárias denota uma população equilibrada. O Plano de Ordenamento Municipal do Concelho de Sintra (1991) para Algueirão/Mem-Martins considerou que a população abaixo dos 18 anos representava cerca de 20%, sendo o restante repartido entre população adulta e de terceira idade.

Segundo o mesmo documento municipal, o sector primário tradicional está praticamente extinto, representando pouco mais de 1% da mão-de-obra activa da freguesia. O sector secundário empregava 41% da população activa, registando-se a implementação de unidades industriais de médio e grande porte que não só geraram um volume forte de emprego, como também, acabaram por atrair outros investimentos por sinergia e por arrastamento económico. O sector terciário tem a maioria da mão-de-obra activa, 58% sendo responsável por um desenvolvimento paralelo ao crescimento demográfico. Desde a segunda metade do século XVIII, a região de Sintra tem sido ponto de chegada e fixação, a ritmo cada vez mais acelerado, de populações oriundas de outras partes do território. Esta tendência mantém-se na actualidade.

Figura 4.22. Algueirão/Mem-Martins – Mapa da freguesia (adaptado de IGEOE, 2007)

4.5. Edifícios de passageiros e acessos

a) Queluz-Belas

O edifício de passageiros da estação de Queluz-Belas é constituído por um corpo central, por uma passagem superior desnivelada e por acessos Sul e Norte. Sob as plataformas ferroviárias existe um conjunto designado por Túnel de Peões, composto por lojas, áreas de circulação e acessos e que está integrado na interface rodo-ferroviária.

Figura 4.23. Estação de Queluz-Belas - Corredor da passagem superior (Fotografia do autor)

As passagens de acesso pedonal, integradas no edifício de passageiros, fazem a ligação aos núcleos de acesso às plataformas de embarque a partir de áreas de domínio público. Do lado Sul, para a Avenida António Eanes, o núcleo é constituído pelo conjunto de circulações verticais, composto por duas escadas rolantes cobertas, uma ascendente e outra descendente e uma escada tradicional cujo arranque se situa sob o volume das escadas rolantes e segundo o mesmo eixo, desenvolvendo-se em quatro lanços. O desnível da cota de projecto entre as soleiras das circulações verticais e a cota superior do edifício de passageiros, é de 8,30 m. Do lado Norte, na rua José Alberto Ferraz, os acessos verticais limitam-se a um lanço de escada tradicional e a uma rampa para cidadãos de mobilidade reduzida com 8,5% de inclinação. O acesso ao exterior é feito por um corredor no qual se encontram algumas lojas e bares.

Figura 4.24. Estação de Queluz-Belas – Átrio central do edifício de passageiros (Fotografia do autor)

A organização interna do piso, sobre a linha de caminho de ferro, inclui espaços para vestíbulo, bilheteiras, telecomunicações, baterias, área comercial, instalações sanitárias, circulações e acessos às plataformas. A passagem que atravessa o piso marca a separação entre a zona pública e a zona de utentes do caminho-de-ferro. No lado Nascente e adjacente à passagem, localiza-se uma zona comercial com três espaços distintos para quiosques e cafetaria.

Figura 4.25. Estação de Queluz-Belas – Acesso Norte ao túnel de peões (Fotografia do autor)

Na zona central do corredor está um átrio no qual se encontram os gabinetes das bilheteiras de atendimento personalizado do operador. Esta configuração impede o conflito de peões que utilizam esta passagem superior para transpor a linha de caminho de ferro e aqueles que se dirigem às plataformas de embarque ou bilheteiras da estação. Nas zonas, laterais aos gabinetes das bilheteiras, cria-se um

estrangulamento adequado para a instalação de meios mecânicos de controlo de passageiros. Os acessos verticais de ligação do edifício de passageiros às plataformas são constituídos por quatro escadas rolantes, duas em cada plataforma e com possibilidade de inversão e duas escadas convencionais com 3 lanços. Ainda existem dois elevadores hidráulicos.

O túnel de peões é constituído por um conjunto de instalações que compreendem o corpo do átrio do túnel de peões, o corpo Sul dos acessos verticais e o corpo Norte dos acessos verticais. Do lado Sul, é acedido por uma escada convencional e por duas escadas rolantes reversíveis. Na mesma zona conflui ainda uma rampa a partir do estacionamento. Do lado Norte, a configuração do acesso é semelhante, ou seja, duas escadas rolantes reversíveis e escada convencional. O objectivo fundamental deste túnel é o de compensar a eliminação de uma passagem de nível existente nas imediações da estação. Daí o facto de não estar directamente ligado ao edifício de passageiros, no nível superior (Pinela, 2002).

Os Quadros 4.1., 4.2., 4.3. e 4.4. apresentam as características dos diversos acessos à estação de Queluz-Belas e entre os diversos níveis desta, organizados segundo a tipologia: escada convencional, escadas rolantes, elevador e rampas. Estas características foram levantadas com base nos desenhos de projecto e por confirmação local das condições existentes.

Escada convencional					
Localização	**Acesso**	**Comprimento em planta (no eixo) (m)**	**Largura Bruta (m)**	**Desnível (m)**	**Lanços (m)**
Norte	Piso Inferior	12.0	4.5	4.6	3
Norte	Piso Superior	3.0	3.0	2.3	Único
Sul	Piso Inferior	12.0	4.5	4.6	3
Sul	Piso Superior	18.5	1.5	8.3	4
Plataforma	Piso Superior	17.5	1.8	7.4	3

Quadro 4.1. Estação de Queluz-Belas - Características das Escadas convencionais

No Quadro 2.2. convém clarificar que o item “quantidade” se refere ao número de escadas rolantes absoluto. Em condições normais, funciona apenas uma em cada sentido. No caso do acesso ao piso inferior e superior pela plataforma existem duas, uma em cada sentido.

Escadas Rolantes							
Localização	**Acesso**	**Quantidade**	**Comprimento em planta (m)**	**Largura Bruta (m)**	**Desnível (m)**	**Velocidade (m/s)**	**Inclinação**
Norte	Piso Inferior	2	12.0	1.1	4.6	0.65	≅ 21º
Sul	Piso Inferior	2	12.0	1.1	4.6	0.65	≅ 21º
Sul	Piso Superior	2	21.0	1.1	8.3	0.65	≅ 21º
Plataforma	Piso Inferior	4	16.0	0.9	6.0	0.65	≅ 21º
Plataforma	Piso Superior	4	18.0	1.1	7.5	0.65	≅ 21º

Quadro 4.2. Estação de Queluz-Belas - Características das escadas rolantes

No caso dos elevadores a capacidade indicada é a indicada pelo fabricante.

Elevadores					
Localização	**Acesso**	**Área (m^2)**	**Desnível (m)**	**Tempo de Espera (seg.)**	**Capacidade**
Sul	Piso Superior	6.44	8.3	30	20 pessoas 1500 kg
Plataforma	Piso Superior	6.44	7.4	35	

Quadro 4.3. Estação de Queluz-Belas - Características dos elevadores

Sobre as rampas refira-se que a de acesso ao piso superior do lado Norte do edifício de passageiros se desenvolve em semicírculo, seguido de uma pequena rampa rectilínea com 3,0 metros de extensão e 9% de inclinação. O comprimento indicado corresponde à totalidade do percurso.

Rampas					
Localização	**Acesso**	**Comprimento**	**Largura Bruta (m)**	**Desnível**	**Inclinação**
Norte	Piso Superior	51.67	2.0	2.5	8.48%

Quadro 4.4. Estação de Queluz-Belas - Características das rampas

Dado tratar-se de uma estação de serviço exclusivamente suburbano, não existem salas de espera. No entanto, na plataforma de embarque, há mobiliário destinado ao descanso do passageiro. Tanto no nível superior como no inferior, é desejada uma permanente circulação pelo que não são disponibilizados locais de repouso, com excepção de um bar no piso inferior

b) Mercês

Na estação de Mercês, sob as plataformas de embarque localiza-se um amplo átrio central destinado aos passageiros. O acesso a este átrio pode ser feito, a Norte, pela Avenida Miguel Torga e a Sul, pela Rua Dr. João de Barros Ambos os acessos são feitos através de escada convencional e de diversas rampas. A Norte, ladeando a escada e as rampas de acesso, existe uma zona comercial. A Sul, a saída da estação pode ser feita através de um amplo espaço onde se desenham vários lanços de escada e de rampas que se intersectam em vários locais.

Figura 4.26. Estação de Mercês – Zona de Passageiros (Fotografia do autor)

No átrio de passageiros, o centro está ocupado por lugares sentados dispostos em círculo e por cabines telefónicas. Lateralmente, existe um espaço de circulação. Numa zona que não entra em conflito com os principais caminhos de circulação, encontram-se dois gabinetes de atendimento personalizado e diversas máquinas de venda automática de bilhetes.

Por cada plataforma, existem dois acessos verticais, um exclusivamente em escada e outro com escada e uma rampa. Não existem meios mecânicos de acesso às plataformas ou à estação.

Escada convencional					
Localização	**Acesso**	**Comprimento em planta (no eixo) (m)**	**Largura Bruta (m)**	**Desnível (m)**	**Lanços (m)**
Norte	Piso Inferior	12.0	3.0	5.4	3
Sul	Piso Inferior	13.0	4.0	5.5	3
Plataforma	Piso Inferior Lado Lisboa	12.0	3.0	4.3	4
Plataforma	Piso Inferior Lado Sintra	16.0	3.0	5.8	5

Quadro 4.5. Estação de Mercês - Características das escadas convencionais

No Quadro 4.5., dada a multiplicidade de circulações possíveis nos acessos Norte e Sul ao piso inferior são apresentados os dados relativos ao caminho mais curto que seria utilizado um peão sem limitações físicas. O comprimento indicado contempla apenas os lanços de escada já que esse caminho é composto por lanços de escada e por rampa. A largura bruta indicada é a dos pontos mais constrangidos sendo superior em algumas zonas.

A inclinação indicada no Quadro 4.6., referente ao acesso do piso inferior à plataforma é uma inclinação equivalente, uma vez que existem diversos patamares com diferentes declives que se destinam a proporcionar menor desgaste ao passageiro. No caso dos acessos Norte e Sul, as inclinações dependerão do caminho utilizado, mas no geral são pouco significativas.

Rampas					
Localização	**Acesso**	**Comprimento**	**Largura Bruta (m)**	**Desnível**	**Inclinação**
Norte	Piso Inferior	10.0	3.0	5.4	4%
Sul	Piso Inferior	30.0	4.0	5.5	4%
Plataforma	Piso Inferior	60.0	3.0	4.3	7%

Quadro 4.6. Estação de Mercês - Características das rampas

4.6. Circulações e constrangimentos

a) Queluz-Belas

Globalmente, a estação de Queluz-Belas, não apresenta obstáculos significativos à livre circulação de passageiros embora existam algumas situações que mereçam análise.

Os cidadãos de mobilidade reduzida têm de percorrer um longo caminho para aceder à plataforma de embarque partindo das zonas de estacionamento ou da paragem de autocarros. Esta situação decorre da inexistência de elevadores a partir da passagem inferior da estação até à plataforma de embarque. O passageiro que tiver mobilidade reduzida e faça uso de uma cadeira de rodas, terá de tomar as diversas rampas entre o parque de estacionamento e o piso superior pelo lado Norte da estação. Aí poderá adquirir o seu bilhete, tomando depois o elevador para a plataforma.

O acesso à plataforma, a partir do piso inferior, está limitado à existência de duas escadas rolantes cuja largura é reduzida. A inexistência de alternativas às duas escadas rolantes entre o piso inferior e a plataforma é a maior dificuldade, ao nível de circulação, na estação. Em algumas situações de aglomeração de passageiros, eles imobilizam a escada rolante, ascendente para a utilizarem no sentido descendente. Esta situação ocorre frequentemente no período da ponta da tarde e na plataforma do sentido de Sintra, causando um bloqueio considerável à ascensão de passageiros à plataforma.

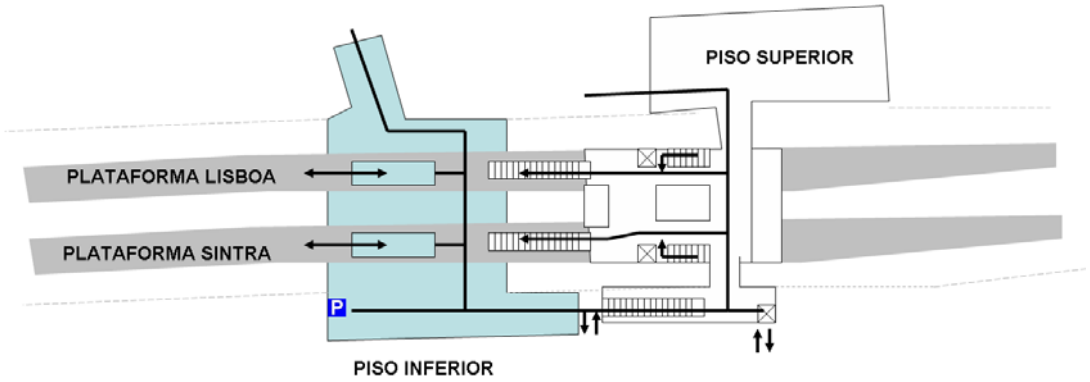


Figura 4.27. Estação de Queluz-Belas - Caminhos preferenciais de circulação

O mobiliário da estação, quer ao nível das plataformas, quer ao nível das zonas de passageiros respeita um alinhamento que reduz o obstáculo à circulação dos passageiros. A Figura 4.28. permite observar a disposição de sinalização ferroviária e de equipamento diverso de apoio ao passageiro que está perfeitamente ordenado segundo um determinado alinhamento, e coincide com as restrições arquitectónicas impostas pela estrutura da estação.

Figura 4.28. Estação de Queluz-Belas - Plataforma de embarque (Fotografia do autor)

b) Mercês

A estação de Mercês caracteriza-se pelos amplos espaços destinados aos passageiros.

Na plataforma, os equipamentos de informação estática, bancos, canteiros e os pilares de sustentação da cobertura da estação encontram-se no alinhamento longitudinal dos acessos. Desta forma são minimizados os constrangimentos e maximizada a largura útil mínima disponível em todo o cais que é de 2 metros na zona mais constrangida junto a qualquer um dos acessos verticais. Este valor surge considerando uma largura de constrangimento de 0.5 metros para o acesso e igual valor para a borda da plataforma, que está indicada por uma linha amarela no pavimento.

No que se refere aos acessos, o maior constrangimento poderá ser o carácter acidentado do percurso em rampa que tem como objectivo vencer de forma suave o desnível desde a entrada da estação até ao piso inferior. No acesso Sul, gera-se conflito pelo cruzamento do caminho preferencial de quem utiliza as rampas e a escada. Na Figura 4.29. o caminho mais curto

representado a vermelho é intersectado num dos patamares pelo caminho a verde utilizado pelos indivíduos que usam exclusivamente as rampas. Como este conjunto de peões é normalmente constituído por indivíduos de mobilidade reduzida ou que conduzem carrinhos de bebé, a intersecção dos dois fluxos é desadequada e indesejável para fluxos elevados.

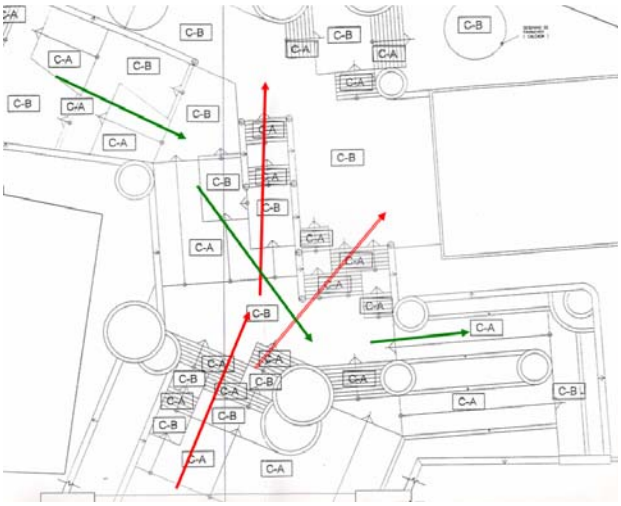


Figura 4.29. Estação de Mercês - Zona de conflito no acesso Sul

No acesso por rampa à plataforma ascendente existe um tubo numa zona onde a largura bruta se reduz a 1.5 metros constituindo um obstáculo aos passageiros (ver Figura 4.30.)

Toda a estrutura de acesso à estação e grande parte da plataforma está pavimentada com calçada portuguesa. Pela sua natureza irregular, este piso pode apresentar algumas dificuldades aos peões. Não foram, no entanto, identificadas situações de cubos soltos ou deteriorados encontrando-se todo o pavimento em boas condições de manutenção.

Figura 4.30. Estação de Mercês - Obstáculo na rampa de acesso à plataforma ascendente (Fotografia do autor)

No átrio central do piso inferior podem encontrar-se simultaneamente passageiros em espera e em circulação quer vindo das plataformas, quer utilizando a passagem inferior para atravessar a linha de caminho de ferro. No entanto, o espaço é suficientemente amplo para que não ocorram constrangimentos significativos. No acesso Norte, surgem alguns problemas devido ao afunilamento de todo este átrio central para um corredor de 3.0 metros de largura útil em escada e 2.0 metros em rampa. Esta zona que é ampla e espaçosa foi também pensada para os fluxos que atravessam a estação e para ter em conta a existência de uma passagem de nível que ali existia.

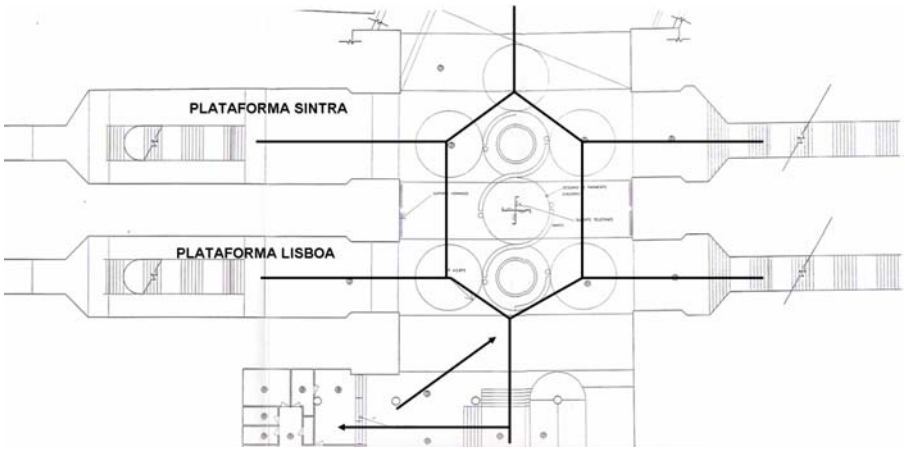


Figura 4.31. Estação de Mercês – Caminhos preferenciais de circulação

4.7. Plataformas de embarque e lay-out

a) Queluz-Belas

A linha de Sintra encontra-se quadruplicada no troço que inclui a estação de Queluz-Belas, sendo o serviço comercial nesta estação explorado pelas 4 linhas. Desta forma, a estação de Queluz-Belas, foi concebida com duas plataformas de embarque cada uma servindo duas vias.

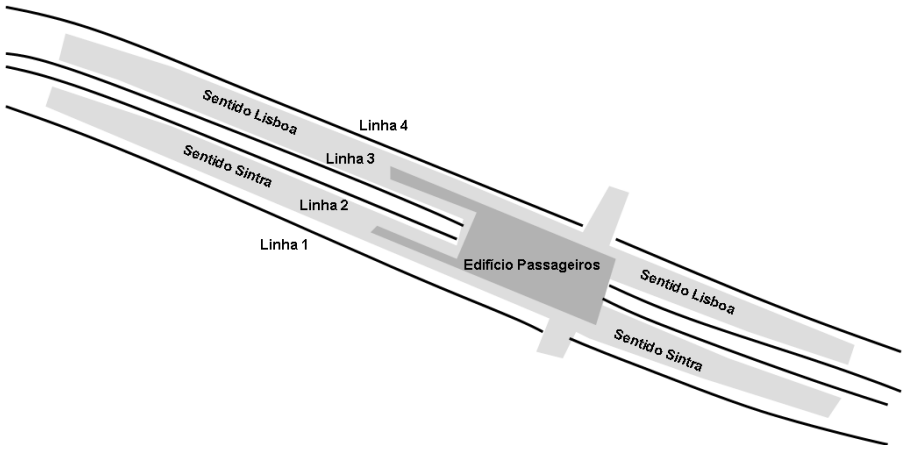


Figura 4.32. Estação de Queluz-Belas – Representação esquemática do lay-out

As plataformas ou cais têm 7,5 metros de largura e 220 metros de comprimento. Considerando uma geometria aproximadamente rectangular, perfaz uma área total disponível, descontando o espaço utilizado pelos acessos, de 1585 m^2. O espaço ocupado pelos acessos é de 65 m^2. Os acessos verticais estão alinhados ao longo da plataforma permitindo uma largura útil mínima de 1.50 metros para cada borda da plataforma (largura total de 2.10 excluindo largura do mobiliária e constrangimento arquitectónicos). Para este valor foi descontada a largura de segurança para o bordo da plataforma assinalada com uma linha amarela a 0.30 metros do extremo e uma distância de 0.30 metros para os muros de apoio aos acessos, nas zonas de maior constrangimento. A inclinação longitudinal da plataforma é de 0,5%, e acompanha o perfil da via.

O piso da plataforma encontra-se revestido com lajetas e bordadura em betão pré-moldado sendo visível uma demarcação, a cor diferente, indicando ao passageiro o afastamento que deverá reservar para a borda do cais.

A drenagem é feita com dois canaletes longitudinais colocados a pouco mais de 1,5 metros do extremo da plataforma, de ambos os lados. Para tornar eficiente a drenagem, o pavimento encontra-se inclinado transversalmente na direcção dos canaletes evitando a escorrência de caudais para a via.

A plataforma não se encontra totalmente coberta, embora seja muito reduzida a área não coberta (aproximadamente 15%). Habitualmente, a extensão dos comboios, não excede a área coberta.

b) Mercês

A estação de Mercês encontra-se num troço onde a linha de Sintra se encontra duplicada. Esta estação é composta por três vias de circulação ferroviária. As exteriores destinam-se à circulação normal em ambos os sentidos, a central é uma via reversível que pode ser utilizada para permitir ultrapassagens de comboios rápidos, servir de destino e/ou origem de famílias de comboios ou simplesmente para assegurar a reversão de marcha dos comboios. Perante esta configuração, a estação de Mercês tem duas plataformas, uma para cada sentido, e ambas servem a via reversível.

Figura 4.33. Estação de Mercês – Representação esquemática do lay-out

As plataformas são idênticas e têm 10 metros de largura e 220 metros de comprimento, perfazendo uma área bruta de 2200 m^2. Eliminando o espaço correspondente aos acessos verticais e a uma clarabóia de 3.0 metros de diâmetro, cujo objectivo é o de fornecer iluminação natural ao piso inferior, a área disponível é de 1927.4 m^2. Observa-se uma largura útil mínima de 3 metros ao longo de toda a plataforma.

O pavimento da plataforma e de algumas zonas dos acessos encontra-se revestido com calçada portuguesa e mosaicos de grés. Ainda na plataforma está indicada uma linha amarela de segurança para o extremo do cais.

Figura 4.34. Estação de Mercês – Via reversível (Fotografia do autor)

Figura 4.35. Estação de Mercês - Mobiliário na plataforma (Fotografia do autor)

A inclinação transversal da plataforma será suficiente para drenar superficialmente a água que se possa acumular. O facto de ambas as plataformas serem totalmente cobertas, bem como a via reversível, evita a presença de água em quantidades excessivas. No sentido longitudinal a inclinação acompanha o perfil da via e é de 1,3%.

4.8. Envolvente e Estacionamento

a) Queluz-Belas

Figura 4.36. e 4.37. Estação de Queluz-Belas – Acessos Sul (esquerda) e Norte (direita) (Fotografias do autor)

A Avenida José Elias Garcia é um dos eixos mais importantes de Queluz, constituindo uma via principal com função de distribuição de tráfego quer para Norte, quer para o Sul da freguesia. Grande parte da actividade comercial de Queluz situa-se ao longo desse eixo. No entanto a estação ferroviária de Queluz terá bipolarizado a freguesia. Estão instalados diversos serviços nos pisos térreos dos na sua imediação, em edifícios de vocação habitacional. A grande quantidade de pessoas que, a qualquer hora do dia, se observa nas imediações da estação é a prova do efeito polarizador da infra-estrutura.

O acesso Sul à estação de Queluz-Belas é feito através de uma zona onde não circulam automóveis e se concentram diversas casas comerciais. Do lado Norte, apenas é permitida a circulação de transportes públicos rodoviários.

A estação ferroviária, bem como o traçado ferroviário, desenvolve-se paralelamente á Avenida José Elias Garcia. A Avenida António Eanes representa a radial de ligação.

No acesso Norte da estação ferroviária encontra-se igualmente uma praça importante onde confluem serviços rodoviários da Lisboa Transportes tornando essa zona bastante atractiva, do ponto de vista comercial.

As consequências positivas na expansão e no desenvolvimento do transporte colectivo passam pela integração com o transporte individual (Dargent, 1999). Nesse cenário surgem zonas de estacionamento junto das estações ferroviárias. Em Queluz-Belas o parque de estacionamento construído sob o viaduto adjacente à estação tem capacidade para 195 lugares de estacionamento. O insucesso deste modelo de parque ("park and ride" e "kiss and ride"), na linha de Sintra, estará na falta de integração do preço do bilhete do comboio com o preço do parque de estacionamento.

Figura 4.38. Estação de Queluz-Belas - Parque de estacionamento (Fotografia do autor)

b) Mercês

Contrariamente à estação de Queluz-Belas, na estação ferroviária de Mercês não é possível observar um aglomerado de pessoas tão significativo nas suas imediações apesar do número de

habitantes ser superior. A freguesia de Algueirão/Mem-Martins dispõe de duas estações mas o seu centro económico mais consolidado encontra-se mais próximo da estação de Algueirão/Mem-Martins.

Figura 4.39. Estação de Mercês - Acesso Norte (Fotografia do autor)

No acesso Norte existem alguns serviços, em espaço da própria estação, restaurantes, bancos e um centro comercial de pequenas dimensões. Este acesso dá também para uma praça que marca o final da principal avenida da zona, a Avenida Miguel Torga. No futuro, este espaço poderá ser utilizado para a construção de um terminal rodoviário. De momento apenas alguns autocarros suburbanos fazem serviço na estação pelo que não será de esperar uma grande percentagem de passageiros provenientes de fora da freguesia. Do lado Sul, os edifícios são eminentemente residenciais sendo a actividade comercial residual. Na observação de fim-de-semana foi notado um aumento do movimento de passageiros neste acesso com destino à igreja que se situa nas imediações da estação ferroviária.

Para além de aspectos técnicos, a diferença entre as estações de Queluz-Belas e de Mercês, pode perfeitamente ser obtida através da análise das suas envolventes. Em Queluz-Belas predominam edifícios cujos pisos mais baixos são ocupados pelos serviços. Em Mercês, o cenário, não sendo oposto, apresenta um fenómeno de terciarização mais controlado.

Figura 4.40. Estação de Mercês - Estacionamento (Fotografia do autor)

Nesta estação não existe um parque de estacionamento de apoio, pelo que os passageiros fazem uso do estacionamento disponível para os residentes, do parque do centro comercial e de terrenos sem construção.

4.9. Multi-modalidade

a) Queluz-Belas

São indispensáveis interfaces funcionais e atractivos, capazes de integrar modos e operadores e proporcionar aos passageiros transbordos com rapidez, comodidade e segurança. Estabelecer formas que viabilizem soluções intermodais é um caminho que terá consequências e resultados positivos, na expansão e desenvolvimento do transporte colectivo, criando condições para que as pessoas reconheçam vantagens no transporte público (Rodrigues, 1999; Leocádio e Lousada, 1999)

Na estação de Queluz-Belas é possível fazer a correspondência com o modo rodoviário em transporte particular, táxi e transporte colectivo através, de dois operadores suburbanos (Lisboa Transportes e Vimeca).

Autocarro	Urbanos		Suburbanos		
	24	25	107	123	179
Principais Paragens	Queluz/Massamá Estação Monte Abraão Queluz/Belas	Circular Queluz	Amadora Reboleira Alfragide Marquês Pombal (Lisboa)	Carregueira Vale de Lobos Sabugo Palmeiros Morelena Pêro Pinheiro Montelavar	Belas Venda Seca Idanha Pendão
Tempo de Percurso Total	19 minutos	29 minutos	37 minutos	33 minutos	11 minutos
Frequência	3/hora	2/hora	1-2/hora	3/dia	3/hora

Quadro 4.7. Queluz-Belas - Características da oferta rodoviária na estação (Vimeca, 2007)

Destas carreiras, três são paralelas ao serviço ferroviário. A carreira 24 faz um percurso entre as estações de Monte-Abrãao e Queluz-Belas sendo estas as suas principais paragens (esta ligação pode também ser efectuada por comboio). A carreira 107 faz a ligação a Lisboa (que é concorrente com o comboio) com a vantagem de conectar directamente ao Marquês de Pombal. Apesar de ser mais demorada do que o comboio, o facto de não existirem transbordos constitui uma vantagem superior à perda de tempo. A carreira 123, não sendo paralela ao serviço ferroviário, é ineficiente já que Montelavar é uma localidade mais próxima de outras estações ferroviárias, como por exemplo, Portela de Sintra. Apesar de se pretender uma multi-modalidade e um sistema integrado de opções e uma complementaridade de meios, a oferta rodoviária é concorrente à ferroviária.

Figura 4.41. Estação de Queluz-Belas – Paragem de autocarros (Fotografia do autor)

Se se considerar um autocarro urbano com capacidade para 50 passageiros e admitindo que todos pretendem utilizar o comboio, chegarão 5800 passageiros entre as 7h e as 20h num dia útil à estação de Queluz-Belas por autocarro. Considerando ainda que o parque de estacionamento está ocupado por veículos de cinco lugares e que estes chegam cheios à estação, serão 1950 passageiros a utilizar o transporte individual, considerando uma rotação por lugar de estacionamento de dois. A soma do transporte público colectivo e individual rodoviário permitirá introduzir na estação 7750 passageiros/dia. Considerando metade do fluxo total registado na estação num dia útil, admitindo que o passageiro que parte é o mesmo que regressa, Queluz-Belas é utilizada por 12050 passageiros. Neste cenário, o parque de estacionamento e a oferta rodoviária não conseguem cobrir os passageiros que usam esta estação. Um aumento de passageiros seria sempre conseguido tendo em conta deslocações a pé. Em alternativa poderá ser permitida a construção de um silo automóvel para aumentar a capacidade disponível de estacionamento. Estas observações são muito simplistas, mas foram efectuadas, apenas para perceber a oferta complementar nesta estação e disponibilidade actual do parque de estacionamento

Se considerar o facto de duas das carreiras do operador rodoviário terem como objectivo competir com o comboio e não complementá-lo e que normalmente o passageiro que deixa o carro no parque de estacionamento só o recupera à noite e viaja sozinho, a situação agrava-se e aumenta a percentagem de passageiros que vem a pé até á estação. Nestas circunstâncias parece ser

correcto afirmar que o passageiro típico actual desta estação habita num raio curto, admitindo a estação como centro.

b) Mercês

Nesta estação estão disponíveis os táxis e uma operadora rodoviária de transporte urbano.

À semelhança de Queluz-Belas, também a operadora que explora as carreiras que passam na estação de Mercês opta por facultar percursos que concorrem directamente com o modo ferroviário. Desta forma, as duas carreiras disponíveis fazem a ligação com a estação ferroviária de Rio de Mouro e Algueirão/Mem-Martins, para além de terem algumas paragens intermédias em pontos destas localidades.

Autocarro	**Urbanos**	
	450	**458**
Principais Paragens	Rio Mouro (Estação) Algueirão Tapada Mercês Escola Secundária	Algueirão (Estação) Mercês
Frequência	1/hora	1/hora

Quadro 4.8. Mercês - Características da oferta rodoviária na estação (Scotturb, 2007)

A competição não será tão evidente devido às baixas frequências de circulação. Existe, no entanto, um conjunto de localidades nas imediações destas estações que poderiam constituir um mercado interessante para o operador rodoviário, se ele lhes facultasse uma oferta até à linha de Sintra. Também pelo facto da malha ferroviária não estar fechada entre Sintra e Cascais seria pertinente a existência de serviços rodoviários de ligação a partir das estações mais importantes, como acontece já em Rio de Mouro.

5. Fluxos pedonais e níveis de serviço nos acessos às plataformas das estações ferroviárias

5.1. Comentários prévios

Numa Megacidade é importante identificar os fluxos predominantes, quer da sua periferia para a zona central, quer da cidade-mãe para a periferia. Uma vez feito este trabalho foi possível obter a "hora de ponta" que genericamente se verifica de manhã quando as populações vão para o trabalho na zona central, e de tarde, no regresso. Nos aglomerados mais próximos da cidade-mãe podem também ocorrer mais dois períodos de ponta, relativos ao almoço. Nos casos de estudo considerados admite-se que esta situação aconteça em Queluz-Belas, que se encontra na esfera urbana de Lisboa. A caracterização do movimento pendular permitirá actuar sobre a gestão das infra-estruturas de transporte e nos sistemas de transporte da Megacidade (Pereira, 2004)

A representação gráfica da distribuição dos fluxos de passageiros registados nas plataformas de uma estação ferroviária permitiu avaliar a sua evolução ao longo do dia e o eventual comportamento dos passageiros. Para concretizar essa análise tiveram-se em consideração os seguintes aspectos: sentido de circulação dos comboios; número de passageiros na plataforma e por sentido; pontos máximos, mínimos e de inflexão; tempos de viagem até Lisboa e na própria cidade; as diferenças entre dias úteis e de fim-de-semana; comparação da evolução dos fluxos nas duas estações seleccionadas; características demográficas da população; acontecimentos pontuais de relevância na envolvente à estação em análise; limitações da recolha de dados.

A análise foi feita para cada estação, primeiro num dia útil e depois num dia de fim-de-semana, e por sentido. Seguidamente fez-se uma análise comparativa da evolução do fluxo dos passageiros nas duas estações.

5.2. Metodologia de recolha de fluxos

Para compreender a evolução dos fluxos de passageiros em duas estações ferroviárias da linha de Sintra e a partir daí concluir sobre o seu comportamento é necessário recolher os fluxos ao longo do dia. Descreve-se a metodologia utilizada nessa recolha.

a) Queluz-Belas

Das 6h55 às 20h25 foram registados os acessos às plataformas da estação ferroviária de Queluz-Belas: no dia 8 de Março de 2007 (Quinta-feira) para o dia útil; e, no mesmo horário, para o dia de fim-de-semana, em 24 de Março de 2007 (Sábado). Para análise dos dados obtidos foi considerado o período das 7h00 às 20h00. No dia da recolha de fim-de-semana realizou-se no Estádio Alvalade XXI um jogo de futebol com a selecção nacional.

A recolha de dados referente ao número de passageiros que acediam às plataformas foi feita com 2 observadores posicionados em cada um dos diferentes acessos desnivelados, um no acesso

superior, outro no acesso inferior registando-se simultaneamente os fluxos em ambas as plataformas.

Foi registado o número de passageiros, por períodos de 5 minutos, que utilizava ora o acesso superior ora o inferior e a respectiva plataforma de onde provinham. Para facilitar a representação gráfica da evolução dos fluxos foram considerados períodos de 15 minutos.

Não foram registadas anomalias no tráfego ferroviário nem atrasos superiores a 3 minutos, valor a partir do qual o operador considera estatisticamente a ocorrência de atraso.

b) Mercês

Das 6h55 às 20h40 foram registados os acessos às plataformas da estação ferroviária de Mercês: no dia 22 de Fevereiro de 2007 (Quinta-Feira), para o dia útil; e, no mesmo horário, para o dia de fim-de-semana, em 11 de Março de 2007 (Domingo). Não foram registados eventos que justificassem movimentos extraordinários de passageiros. Para uniformizar com o período considerado na estação de Queluz, foram analisados os dados das 7h00 às 20h00.

A recolha de dados referente ao número de passageiros que acediam às plataformas foi feita com 2 observadores, um em cada plataforma.

Foi registado o número de passageiros, por períodos de 5 minutos, que acedia a plataforma ou que, chegando no comboio, abandonava a plataforma. Para facilitar a representação gráfica da evolução dos fluxos foram considerados períodos temporais de 15 minutos.

Não foram registadas anomalias no tráfego ferroviário nem atrasos.

5.3. Queluz-Belas

5.3.1. Dia útil

O resumo da recolha de fluxos na gare de Queluz-Belas apresenta-se no Quadro 5.1., tendo sido registados 24 037 passageiros.

Período Horário	Sentido Lisboa	Sentido Sintra
07h00 às 12h00	7088 passageiros 24 passageiros/minuto	2422 passageiros 8 passageiros/minuto
12h00 às 15h00	2035 passageiros 11 passageiros/minuto	1726 passageiros 10 passageiros/minuto
15h00 às 20h00	3175 passageiros 11 passageiros/minuto	7655 passageiros 26 passageiros/minuto
Total	12249 passageiros	11788 passageiros

Quadro 5.1. Queluz-Belas – Fluxo de passageiros num dia útil por período horário e sentido

Na Figura 5.1 apresenta-se o histograma de fluxos, concentrado em três períodos ao longo do dia, os passageiros. No período matinal há maior fluxo na plataforma que dá acesso aos comboios para Lisboa e no período vespertino na plataforma de chegada de Lisboa. O período de almoço apresenta fluxos semelhantes em ambos os sentidos.

A diferença, de cerca de 600 passageiros, entre os que partem para Lisboa de manhã e os que regressam à tarde, pode ser explicada pelo facto de alguns passageiros terem horários de trabalho ou aulas só de manhã ou à tarde. Se assim for, é possível que estes passageiros tenham a sua partida ou chegada incluída no período das 12h às 15h. Os estudantes serão aqueles que melhor se adaptam a estas características.

Globalmente, o movimento de passageiros é equilibrado, 11788 no sentido de Sintra e 12249 no sentido de Lisboa. Por este facto e pelo das partidas matinais serem sobretudo para Lisboa com as chegadas ao fim do dia de Lisboa, facilmente se conclui que Queluz é uma localidade satélite de Lisboa e que os seus habitantes têm um movimento pendular significativo entre Queluz e Lisboa e depois entre Lisboa e Queluz. De seguida apresenta-se uma análise mais detalhada de evolução dos fluxos no período de contagem, por sentido.

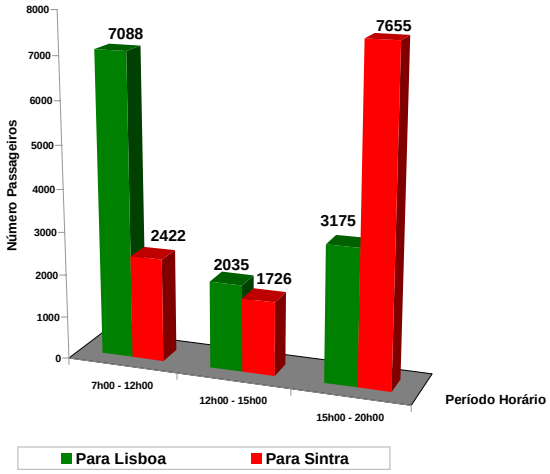


Figura 5.1. Estação de Queluz-Belas – Histograma de fluxos num dia útil

a) Sentido Lisboa

Na Figura 5.2. apresenta-se a evolução dos fluxos num dia útil, no sentido descendente da Linha de Sintra, para Lisboa,

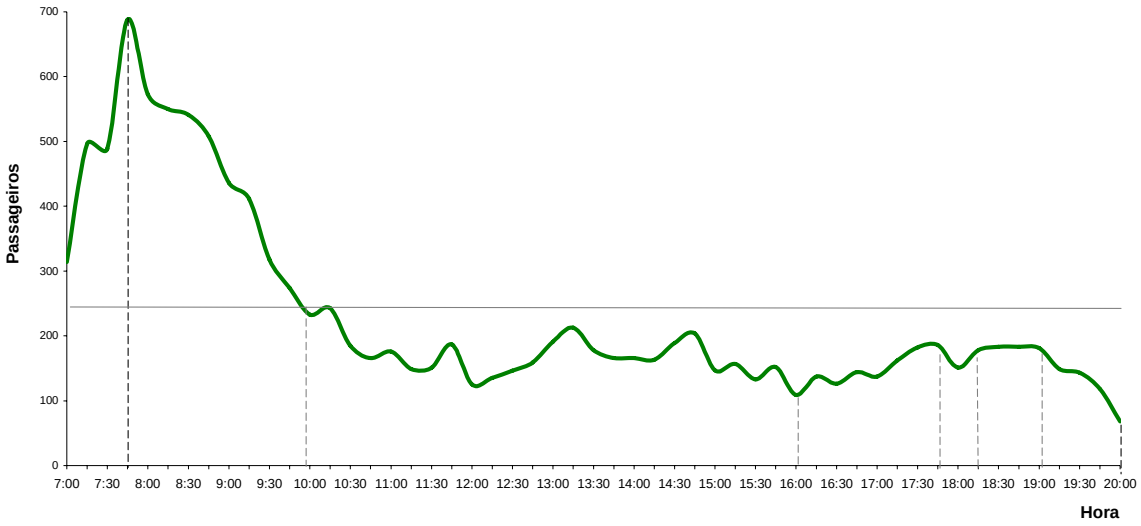


Figura 5.2. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil no sentido de Lisboa

A evolução dos fluxos mostrou um máximo absoluto às 7h45 de 46 passageiros/minuto, o mínimo ocorreu às 20h com 5 passageiros/minuto. Após o período matinal, o fluxo estabiliza em torno de sensivelmente 15 passageiros/minuto. Existem alguns máximos relativos, na hora de almoço e durante a tarde.

A tendência evidenciada na Figura 5.1. fica clara nesta representação: movimento no sentido de Lisboa de manhã, onde ocorre o fluxo máximo, pelas 7h45, e estabilização dos fluxos no resto do dia, com ligeiro crescimento ao final da tarde. Após o máximo absoluto, os fluxos decrescem até um patamar de 15 passageiros/minuto ao longo do dia e a variação, em torno deste valor, não é muito expressiva.

O fluxo máximo com destino a Lisboa aconteceu entre as 7h45 e as 8h00. Uma leitura mais atenta dos dados, obtidos em períodos de cinco minutos, revela que é entre as 7h55 e as 8h00 que se verificou o maior fluxo. Já anteriormente se mostrou que o tempo de viagem entre Lisboa e Queluz-Belas é de aproximadamente 15 minutos. Os passageiros que saiam de Queluz-Belas neste período, chegarão a Lisboa cerca das 8h15. Muito provavelmente o destino final dos passageiros não se encontrará nas imediações das estações ferroviárias pelo que se admite a utilização de meios de transporte complementares. Como se viu anteriormente, um tempo de viagem de cerca de 15 minutos, partindo das estações de Sete-Rios, Entrecampos, Roma-Areeiro ou Oriente permite chegar aos principais pontos da cidade de Lisboa. É muito provável que os passageiros pretendam chegar aos seus destino final cerca das 8h30.

Considerando um limite que não é ultrapassado senão no período matinal, de 250 passageiros, pode-se definir uma hora de ponta que se prolongará entre as 7h00 e as 9h45, sensivelmente. O facto do crescimento de fluxos até ao máximo ser um pouco menos acentuado do que a diminuição sugere a inflexibilidade do horário do passageiro. Ou seja, o passageiro está obrigado a cumprir um determinado horário.

Ocorreu às 7h15 um máximo relativo que corresponde a chegada a Lisboa entre as 7h30 e as 7h40. Assumindo que o objectivo continua a ser a chegada antes das 8h é possível que se trate de passageiros que necessitam de mais do que 15 minutos após chegada às estações de Lisboa para se deslocarem até ao seu destino. Normalmente este horário está relacionado com as aulas matinais de faculdades ou empregos relacionados com a área empresarial ou bancária. Poderão ainda corresponder a profissões relacionadas com o ensino, nomeadamente funcionários não docentes.

No restante período ocorreram picos assinaláveis (mas claramente inferiores ao das 8h00) às 11h45, 13h15, 14h45 e 17h45. O das 11h45 poderá ser motivado pela chegada de passageiros de Sintra para a hora de almoço como pela partida de passageiros para Lisboa que tentaram evitar os horários de maior fluxo e que portanto não têm tanta rigidez nos horários que são obrigados a cumprir. Já o período entre as 13h e 14h45 está relacionado com o almoço. O pico das 13h15 poderá estar associado, por um lado, aos passageiros que vieram de Sintra e que terão efectuado um percurso sempre inferior a pelo menos 20 minutos o que se coaduna com uma saída às 13h da origem; por outro lado, os passageiros que se destinam a Lisboa e chegarão antes das 14h ao seu destino estando associados a trabalhadores com horário de trabalho vespertino ou eventualmente estudantes com o horário da tarde. Cerca das 17h30 e entre as 18h15 e as 19h ocorre sensivelmente o mesmo fluxo, de 13 passageiros/minuto, durante um período contínuo. No primeiro caso, trata-se de passageiros que terminam as suas funções às 17h o que facilmente se poderá associar a funcionários administrativos com postos de trabalho nas estações entre Sintra e Queluz-Belas. O segundo período é compatível com horário escolar e poderá ser motivado pelo facto de na estação imediatamente seguinte à de Queluz-Belas, no sentido ascendente, Monte-Abraão, se situar uma escola secundária.

b) Sentido Sintra

Observe-se a evolução do fluxo de passageiros no sentido de Sintra (Figura 5.3.),

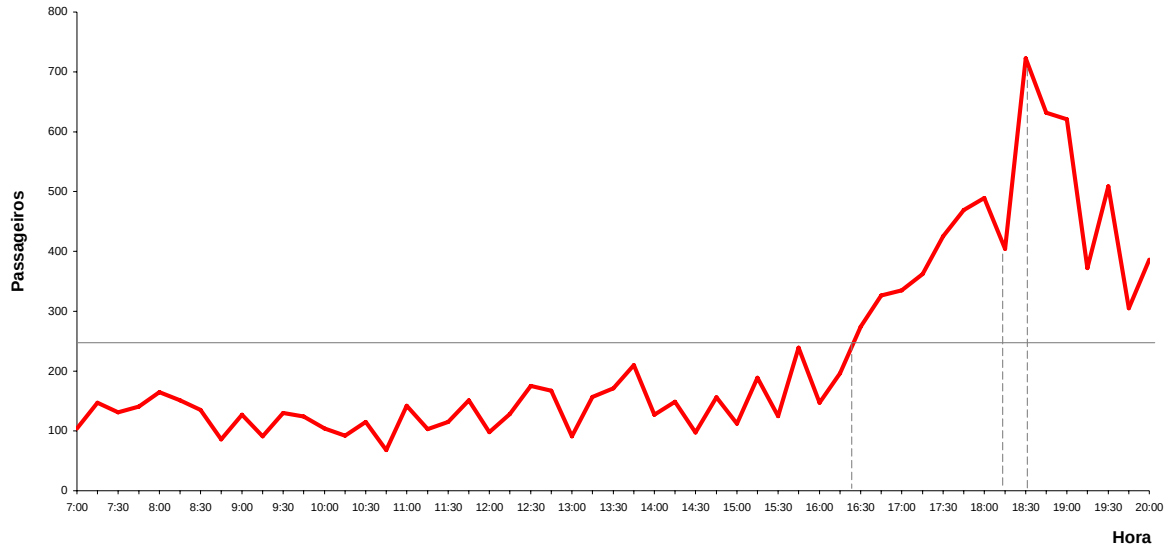


Figura 5.3. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil no sentido de Sintra

A evolução dos fluxos mostrou um máximo absoluto às 18h30 de 48 passageiros/minuto, o mínimo ocorreu às 10h45 com 5 passageiros/minuto. Ao longo do dia, o fluxo varia ligeiramente em torno dos 7 passageiros/minuto. Ao contrário do que seria de esperar, dada a proximidade de Queluz-Belas a Lisboa, não é muito visível a chegada de passageiros para o almoço.

Admitindo uma linha paralela ao eixo das abcissas de ordenada 250 passageiros, verificou-se que, com excepção da tarde, em mais nenhum momento do dia se ultrapassou um fluxo superior a 17 passageiros/minuto. O período acima do fluxo considerado prolongou-se desde antes das 16h30 até às 20h.

Analisando agora o período da tarde, já se indicou que o ponto máximo ocorreu cerca das 18h30 o que corresponderá a uma partida das estações de Lisboa cerca das 18h15. Admitindo, como anteriormente, 15 minutos o tempo de viagem desde a origem até à estação ferroviária, conclui-se que a maioria dos passageiros terá saído da origem cerca das 18h00. É um horário que se poderá associar simultaneamente aos estudantes e funcionários administrativos. O aumento gradual de fluxos até ao máximo sugere que haverá um conjunto de passageiros que não estando obrigados a cumprir um horário tão rígido tentam evitar a acumulação das horas de ponta. É sensivelmente no momento em que a oferta de comboios tem uma frequência de 5 minutos que se verificou o início do aumento de fluxo.

Ainda na fase de crescimento de fluxo, houve uma quebra às 18h15 e um abrandamento da tendência, uma hora antes. Estes momentos correspondem a saídas da origem cerca das 16h45 e 17h45 representando horários pouco habituais para final do dia de trabalho.

Após o máximo das 18h30, o fluxo diminui embora com dois pontos de inflexão às 19h15 e 19h45. São sempre os períodos associados ao primeiro quarto de hora de cada hora que correspondem a ligeiros abrandamentos das tendências, ora de aumento, ora de diminuição. São

momentos que correspondem a saídas da origem num horário pouco habitual (minuto 45). A este período estarão associados passageiros que registam algum atraso nas suas deslocações ou que não estão obrigados a horários rígidos. A inversão da fase descendente ocorreu às 19h30 e 20h00. Corresponderá a horários de trabalho que terminarão sensivelmente cerca das 19h00 e 19h30 e que também poderão ser associados a generalidade das profissões.

Apesar de não ser tão expressivo, entre as 7h15 e as 8h30 foi possível identificar um patamar de 10 passageiros/minuto. Este patamar está associado à partida de passageiros desde Queluz-Belas até às estações até Sintra. Tendo em atenção o fluxo constante no período indicado com um máximo relativo às 8h00, pode-se associar este patamar a passageiros que trabalham nos mais diversos ramos. O pico das 8h00 pode estar associado a estudantes que se destinam à escola junto da estação de Monte-Abrãao.

Os máximos relativos das 11h e 11h45 poderão estar associados a passageiros que iniciam os seus trabalhos no horário da tarde ou alunos de escola secundária com um horário mais flexível e/ou turno vespertino. O patamar entre as 12h30 e 12h45 marca o regresso para almoço dos passageiros que foram para as estações até Lisboa. Esta constatação é perfeitamente compatível com a já efectuada no caso dos fluxos no sentido descendente. Ou seja, os passageiros que venham almoçar a casa chegarão cerca das 12h30 até às 12h45, o que corresponde a uma saída das estações de Lisboa, cerca das 12h15 até 12h30. Estes passageiros regressarão no pico identificado na Figura 5.2. relativo aos fluxos para Lisboa cerca das 14h30 ou mesmo às 13h30. Parece evidente que os passageiros nestas condições terão um local de trabalho e uma residência relativamente próxima das estações que utilizam.

Tal como no caso dos fluxos para Lisboa, também para Sintra surgiu um segundo pico cerca das 13h45. Este estará associado ao regresso do almoço dos passageiros provenientes de Sintra que iniciarão o seu trabalho até às 14h. O facto da viagem até Sintra ser de 23 minutos sugere que não se destinem para a estação terminal. Não será de desprezar o facto de muitos estudantes se enquadrarem no perfil dos passageiros que vão almoçar a casa e muitas vezes não regressam, embora os fluxos em ambos os sentidos sejam sensivelmente os mesmos.

O máximo relativo das 15h45 estará associado a funcionários com horário de trabalho contínuo ou que iniciam funções demasiado cedo, tradicionalmente funcionários de limpeza. Também poderá ser justificado como um conjunto de passageiros que disponham de grande flexibilidade dos horários e pretendam evitar horários de maior fluxo.

Como se admitiu o mesmo fluxo de referência em ambos os sentidos, na análise individual por sentido, é possível efectuar uma análise comparativa. No período da tarde, na plataforma onde chegam os comboios procedentes de Lisboa, o fluxo de 17 passageiros/minuto é ultrapassado durante mais tempo do que durante a manhã na plataforma de destino a Lisboa.

c) Comparação entre ambos os sentidos

Observe-se agora o conjunto dos fluxos na estação de Queluz-Belas num dia útil em ambos os sentidos.

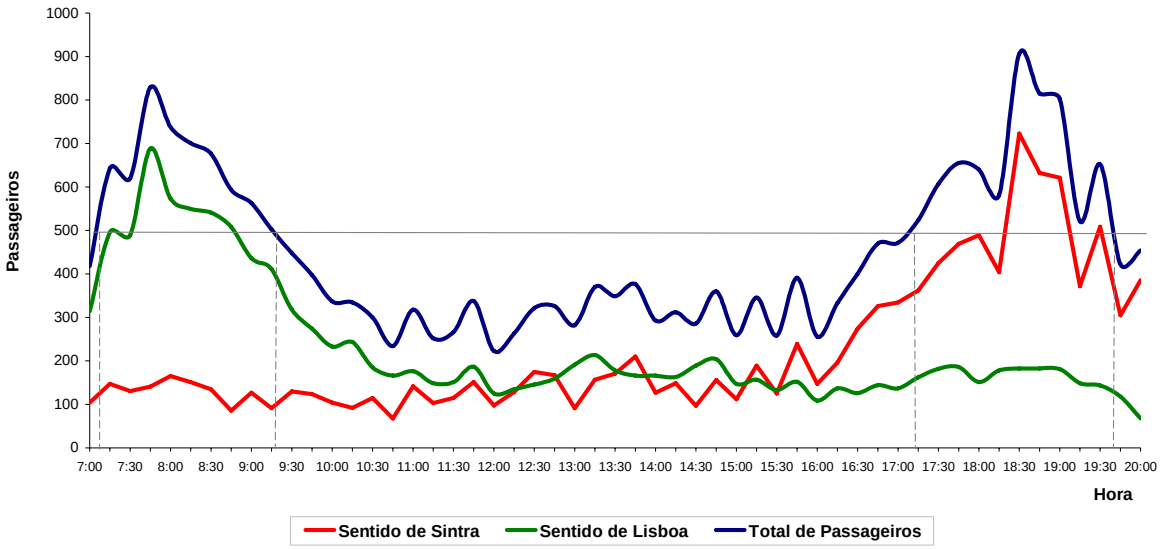


Figura 5.4. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil

O somatório dos fluxos de ambos os sentidos evidenciou a existência de dois momentos diários de maior fluxo e ainda um terceiro período, menos expressivo, na hora de almoço. O fluxo total tem uma evolução consentânea com o sentido que apresenta fluxos mais expressivos. A hora de almoço constitui um dos máximos relativos mais expressivos do dia.

Admitindo como referência um fluxo de 33 passageiros/minuto (ordenada 500 passageiros na Figura 5.4.), podem-se definir os períodos de ponta. O matinal prolongou-se desde pouco depois das 7h até às 9h15. O da tarde, desde pouco antes das 17h15 até às 19h45. A escolha deste valor de referência relaciona-se com o facto da escolha de um valor mais alto se tornar menos consistente devido às quebras que acontecem no período da tarde. A opção por um valor mais baixo, por exemplo, 27 passageiros/minuto (ordenada 400 passageiros) conduziria a que algumas das oscilações que ocorrem foram dos períodos de ponta identificados, se aproximassem demasiado deste fluxo o que distorceria o andamento geral da ponta.

O pico de fluxo registado de tarde apresentou mais 5 passageiros/minuto que o da manhã e representa mais 77 passageiros no período de contagem (15 minutos).

A maioria dos passageiros que utilizam a linha de Sintra na estação de Queluz-Belas terá um horário, eventualmente de trabalho, das 8h30 às 18h o que se coaduna com a administração pública e horários escolares. As diferenças nos máximos absolutos e na quantidade de passageiros contabilizada poderá estar relacionada com a utilização de outro meio de transporte na viagem de regresso. Não será de desprezar o efeito da linha de Sintra permitir ligação aos serviços de longo curso, ferroviários e rodoviários.

O período de almoço é caracterizado por uma hora que é compatível com horários de trabalho que terminem às 12h30 em Lisboa e 12h20 em Sintra. Já a partida depois de almoço não é de tão fácil definição devido aos diversos máximos relativos que ocorrem nesse período.

5.3.2. Fim-de-semana

O resumo da recolha de fluxos num dia de fim-de-semana na gare de Queluz-Belas apresenta-se no Quadro 5.2., tendo sido registados 12637 passageiros (cerca de metade relativamente ao número de passageiros do dia útil)

Período Horário	Sentido Lisboa	Sentido Sintra
07h00 às 20h00	6406 passageiros 8 passageiros/minuto	6231 passageiros 8 passageiros/minuto
Total	6406 passageiros 8 passageiros/minuto	6231 passageiros 8 passageiros/minuto

Quadro 5.2. Queluz-Belas – Fluxo de passageiros no fim-de-semana, por período horário e sentido

Como se verá posteriormente não foi possível identificar períodos onde o fluxo de passageiros fosse mais expressivo, pelo que o histograma está construído para um intervalo de tempo correspondente ao período de contagem.

Globalmente o movimento de passageiros é equilibrado, 6231 no sentido de Sintra e 6406 no sentido de Lisboa. A diferença entre os valores residirá no facto de, em dia de fim-de-semana, em particular ao Sábado, alguns passageiros utilizam o comboio para procurar locais de diversão nocturna com o regresso a verificar-se mais tarde, na manhã seguinte, por outro meio de transporte ou então mesmo utilizando o comboio, chegaram para além do período de contagem.

Apresenta-se, de seguida, uma análise mais detalhada à evolução dos fluxos no período de contagem, por sentido.

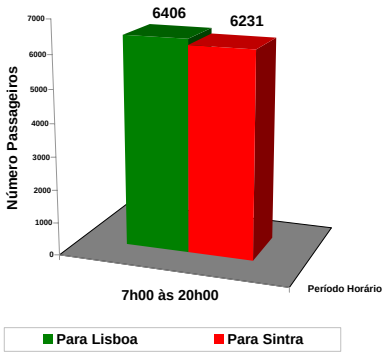


Figura 5.5. Estação de Queluz-Belas – Histograma de fluxos num dia de fim-de-semana

a) Sentido Lisboa

A Figura 5.6. apresenta a evolução de fluxos, no sentido de Lisboa, num dia de fim-de-semana

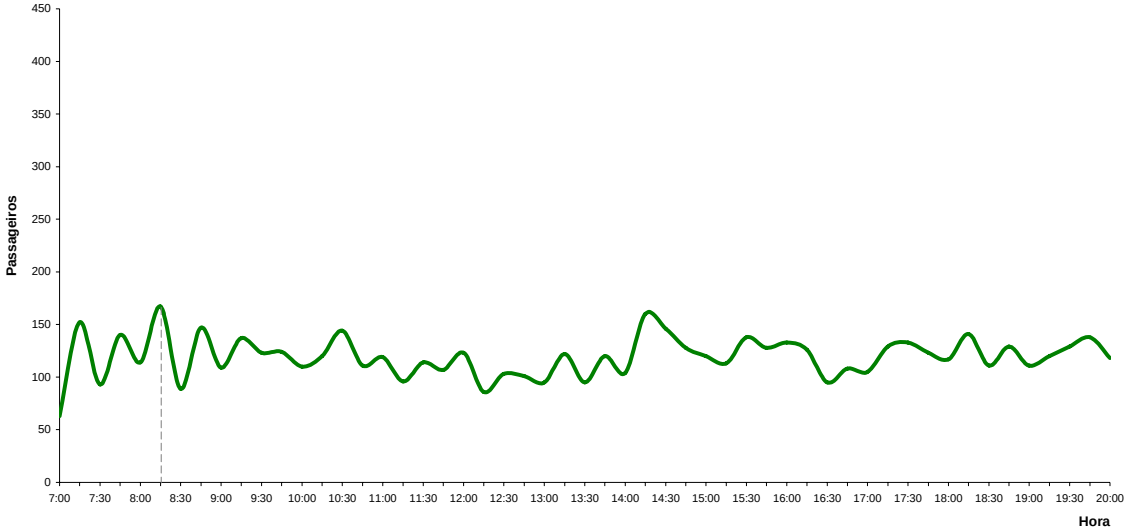


Figura 5.6. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana, no sentido de Lisboa

A evolução dos fluxos denota a ausência de um período de ponta. Ao longo do dia, os fluxos oscilam em torno dos 7 passageiros/minuto, atingindo o máximo de 11 passageiros/minuto às 8h15. O mínimo ocorre logo pelas 7h, com 4 passageiros/minuto. Existem alguns máximos relativos, na hora de almoço e durante a tarde.

A Figura 5.6. evidencia a inexistência de claros períodos de ponta apesar de surgirem alguns momentos com fluxos possíveis de analisar. O das 8h15, máximo absoluto do dia, implica uma chegada a Lisboa cerca das 8h30. Sabendo que os centros comerciais só abrem cerca das 10h, este máximo relativo parece não estar relacionado com os passeios de fins-de-semana para compras. E porque surgem dois picos idênticos às 7h15 e 7h45 será plausível associar estes momentos a passageiros que trabalham ao fim-de-semana. O último dos picos que pode ser imputado a esta razão ocorre cerca das 8h45. No dia útil, o máximo fluxo registado foi meia hora antes. Por isto se conclui que os horários de trabalho são mais flexíveis aos Sábados ou estão associados a empresas privadas que não se regem pelo horário de trabalho da função pública.

O máximo relativo das 10h30 é motivado por passageiros que vão para Lisboa em lazer. Se o objectivo dos passageiros que saem às 10h30 for o destino aos centros comerciais, a chegada deverá acontecer entre as 11h e 11h30, o que é compatível com um passeio pelo local e almoço.

Considera-se uma segunda vaga de passageiros que se destinam a Lisboa para passeio às 14h15, com chegada às 14h30 e 14h45 se o destino for o Parque das Nações. Trata-se de um horário que coincidirá com o final do almoço. A tarde é muito provavelmente ocupada com uma ida aos centros comerciais e cinema.

A partir das 15h, as oscilações de fluxo foram mais ténues embora se destaquem alguns momentos às 17h30, 18h30 e 19h45. Estes máximos relativos corresponderão à chegada de passageiros provenientes de Sintra e que se destinem a Lisboa para um programa de entretenimento nocturno. O facto de no dia da contagem se ter realizado, às 21h, no Estádio Alvalade XXI, um jogo de futebol da selecção nacional poderá justificar o fluxo das 19h45. Com partida às 19h45, a chegada a Roma-Areeiro seria cerca das 20h00, sendo necessários mais 15 a 20 minutos para chegar ao estádio. Ou seja, o passageiro chegaria ao estádio cerca das 20h15, 45 minutos antes do início da partida.

É conveniente recordar que apesar de assinaláveis, estes momentos não são expressivos correspondendo a variações pouco significativas.

b) Sentido Sintra

Na Figura 5.7., analisa-se agora a evolução de fluxos no sentido de Sintra, num dia de fim-de-semana.

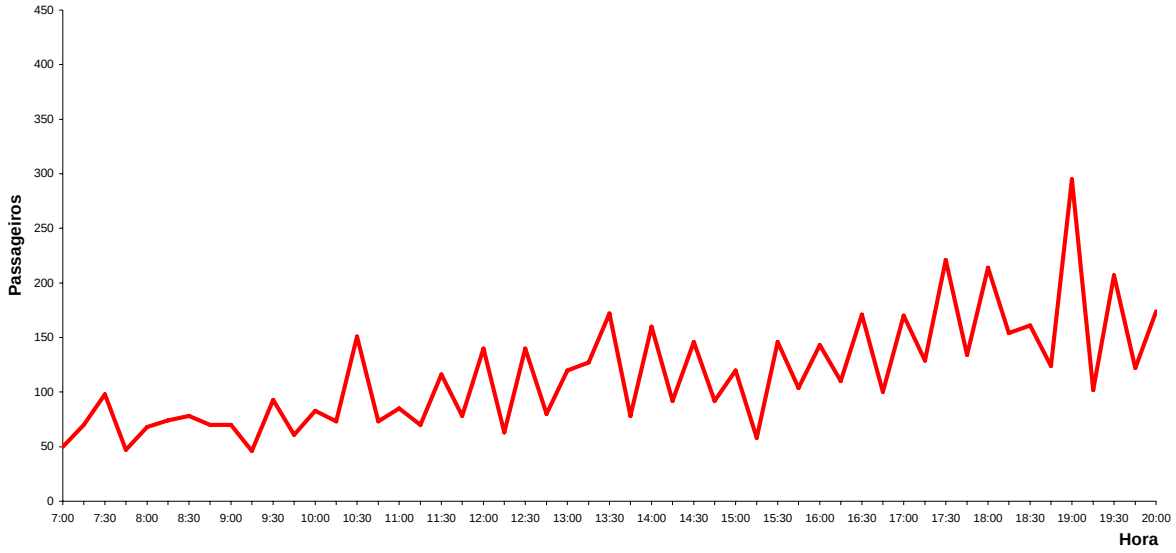


Figura 5.7. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana, no sentido de Sintra

A evolução dos fluxos denota, também no sentido de Sintra, a ausência de um período de ponta. Ao longo do dia, os fluxos oscilam em torno dos 9 passageiros/minuto, atingindo o máximo de 20 passageiros/minuto às 19h. O mínimo ocorre pelas 9h15, com 9 passageiros/minuto. Há um crescimento global do fluxo de passageiros, ao longo do dia até ao máximo das 19h.

Neste caso, os fluxos são muito mais irregulares tornando ainda mais difícil a identificação de pontos que permitam traçar, com algum rigor, o comportamento e características dos passageiros. Esta irregularidade ocorre porque se registava circulação de passageiros apenas à chegada de comboios. Era muito reduzido o número de passageiros que tentavam apanhar o comboio para Sintra.

Apesar de não ser muito expressivo, ocorre um máximo relativo às 13h30 que corresponderá à chegada de Lisboa de passageiros que tenham feito as suas compras de fim-de-semana ou que voltavam de um passeio matinal. É também possível que marque o regresso de trabalhadores que tenham horário matinal de trabalho ao sábado.

O máximo absoluto foi registado às 19h com 20 passageiros/minuto. Os máximos relativos que ocorreram às 17h30 e 18h30 deverão corresponder às chegadas de Lisboa cujas partidas foram constatadas no fluxo contrário com o objectivo de lazer. Tendo sido admitidos dois horários de partida, antes e após o almoço, será de esperar que, na chegada, tal se reflicta, com o primeiro pico a corresponder às chegadas dos passageiros que partiram antes do almoço e o pico máximo e seguintes deverá respeitar à chegada dos passageiros que partiram após o almoço.

No sentido de Lisboa, o máximo foi atingido pela manhã e à hora de almoço; no sentido de Sintra ele ocorre essencialmente à tarde. No entanto, será difícil que os passageiros que circulem nestes horários sejam os mesmos. Normalmente, os horários de trabalho ao sábado não se prolongam pelo dia todo, e é muito provável que os passageiros que vão saindo de Queluz-Belas ao longo do dia acabem por regressar por volta da mesma hora.

c) Comparação entre ambos os sentidos

Apresenta-se o fluxo total registado num dia de fim-de-semana.

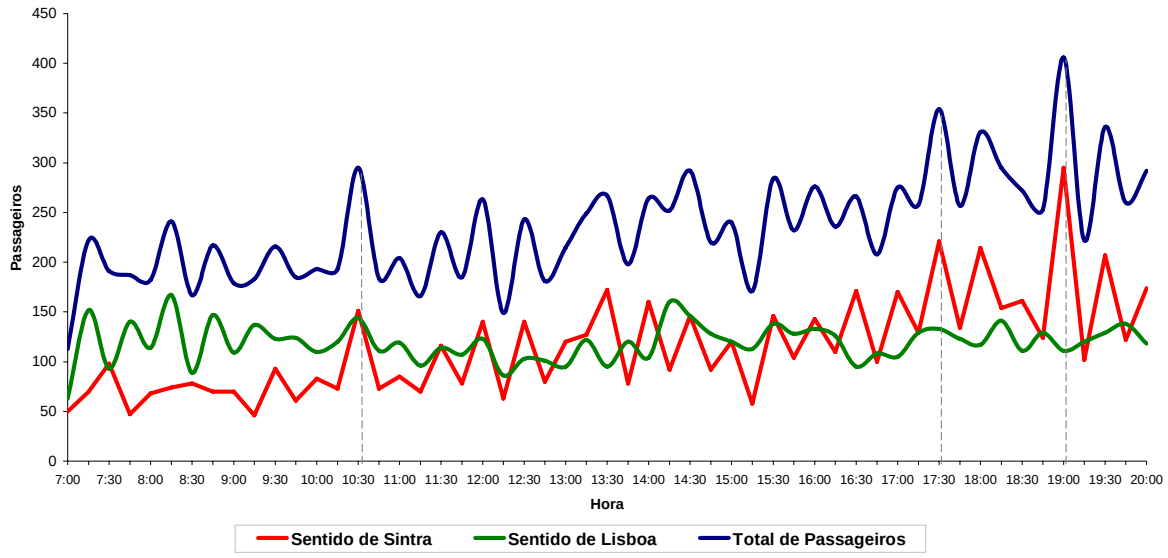


Figura 5.8. Estação de Queluz-Belas – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana

No fluxo total é assinalável o máximo relativo das 10h30 provocado pelas partidas para Sintra e para Lisboa em simultâneo. Também no final da tarde, cerca das 17h30 e 19h00, ocorreram máximos, condicionados pelos fluxos no sentido para Lisboa, o último sendo mesmo um máximo absoluto. O mínimo absoluto ocorreu logo pela manhã, às 7h.

No fim-de-semana, a definição de horários de ponta é impossível dada a evolução dos fluxos. Tipicamente a evolução de fluxos apresenta máximos seguidos de mínimos significativos correspondentes a momentos em que não passam comboios, uma situação mais expressiva no sentido de Sintra.

5.3.3. Comparação entre dia útil e dia de fim-de-semana

Estabeleceram-se também os pontos em comum e divergentes entre a evolução de fluxos num dia de fim-de-semana e num dia útil no mesmo sentido para a estação em análise. Foi possível observar as principais diferenças do eventual comportamento dos passageiros perante a diferente oferta do operador ferroviário.

a) Sentido Lisboa

A comparação de fluxos em dia útil e fim-de-semana é apresentada na Figura seguinte, para Queluz-Belas

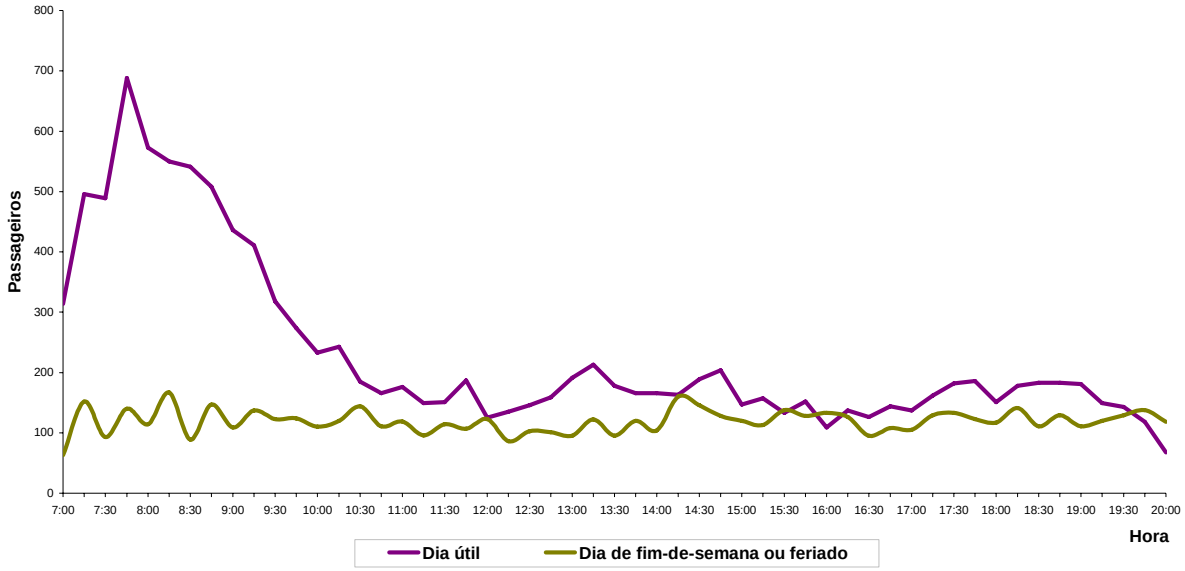


Figura 5.9. Estação de Queluz-Belas – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), no sentido de Lisboa, num dia útil e de fim-de-semana

Até às 10h30 a evolução de fluxos é divergente: no dia útil crescem até o máximo; no fim-de-semana mantém-se em torno dos 7 passageiros/minutos, oscilando ligeiramente em torno desse valor. No restante período de análise há uma semelhança de evolução, embora ao dia útil se registem fluxos maiores.

Na hora de almoço, verifica-se que o pico das 13h30 ocorre simultaneamente em ambos os casos. Nos dias úteis, os máximos relativos que ocorreram em torno das 13h30, estão mais espaçados no tempo do que nos dias de fim-de-semana. A eventual rigidez dos horários dos passageiros no dia útil pode estar na origem desta situação. Ao fim-de-semana, os fluxos na hora de almoço podem não estar relacionados com pausas para almoço. Daí, a ocorrência dos picos com menor espaçamento. Provavelmente os passageiros que saem depois do almoço, tentam fazê-lo o mais cedo possível; os que saíram de manhã, chegam já na hora de almoço. No final do dia, os fluxos têm comportamentos praticamente semelhantes.

O fluxo de fim-de-semana é superior ao dos dias úteis em certos horários. Isto acontece porque no fim-de-semana, o fluxo de passageiros é praticamente constante, contrariamente ao que acontece no dia útil onde surgem variações mais significativas. É o caso das 16h. Mas também depois das 19h45 se constata um maior fluxo ao fim-de-semana, que provavelmente estará relacionado com o facto de nos dias úteis os passageiros pretenderam minimizar os seus tempos fora de casa em contraponto ao fim-de-semana que não se importam de chegar mais tarde.

b) Sentido de Sintra

Observando agora os fluxos no sentido de Sintra, comparam-se igualmente os dois dias de registo (Figura 5.10.).

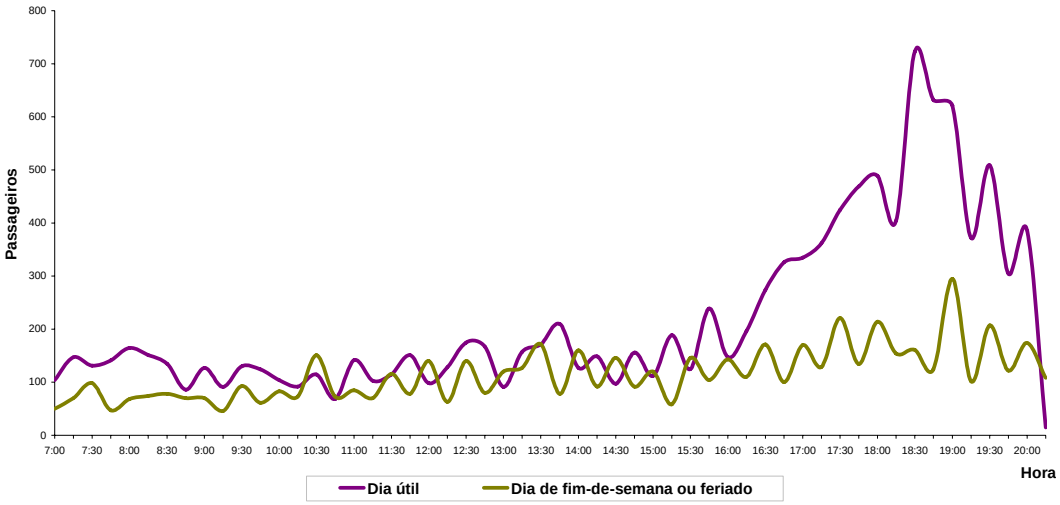


Figura 5.10. Estação de Queluz-Belas – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), no sentido de Sintra, num dia útil e de fim-de-semana

Até cerca das 13h30 os fluxos de dia útil e de fim-de-semana seguiram sensivelmente a mesma tendência. Também neste caso há um ligeiro desfasamento nos picos da hora de almoço: ao fim-de-semana apresentam menor comprimento. Verificam-se três picos ao fim-de-semana, 12h, 12h30 e 13h30 e durante a semana os mesmos três picos ocorrem às 11h45, 12h30 e 13h45. A partir das 16h15, no dia útil o fluxo cresce até ao máximo absoluto. Ao fim-de-semana o crescimento também acontece mas é menos expressivo.

Os três picos registados no dia útil, ao final da tarde seguidos de quedas significativas de fluxos, verificam-se sensivelmente nos mesmos períodos ao fim-de-semana mas com menor expressão. O facto da recolha de dados ter ocorrido num sábado poderá indiciar que estes se devam também a trabalhadores que tenham que exercer as suas funções também neste dia num horário semelhante ao semanal.

c) Comparação entre ambos os sentidos

Comparando agora os fluxos totais obtém-se a Figura 5.11.

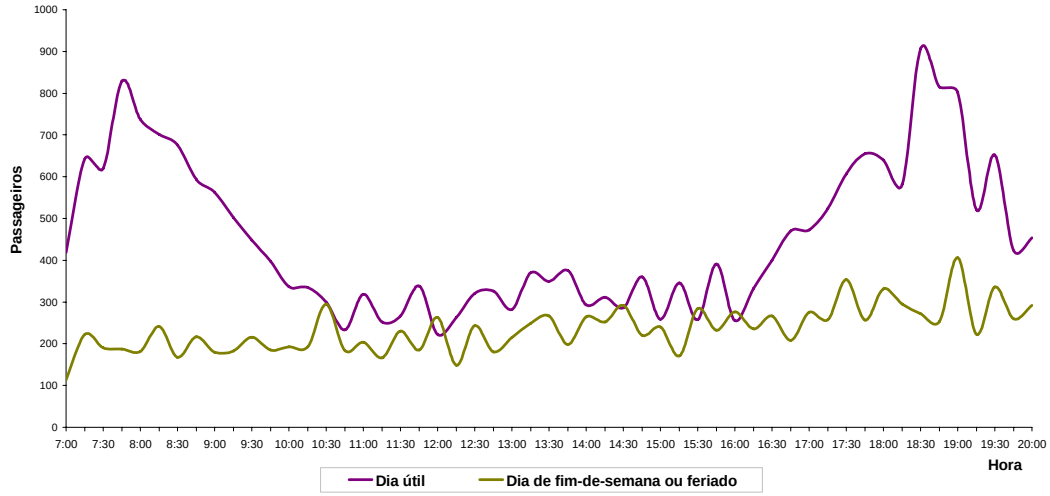


Figura 5.11. Estação de Queluz-Belas – Comparação do fluxo de passageiros total (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil e de fim-de-semana

A comparação dos fluxos totais reitera a similitude de comportamentos já referenciada na comparação dos fluxos em cada sentido. Com excepção das horas de ponta, em que nos dias úteis os valores são claramente superiores, os restantes períodos apresentam sensivelmente a mesma evolução. Mesmo os fluxos, nos dias úteis, não ultrapassam os 7 passageiros/minuto a mais do que no fim-de-semana.

O fluxo é sempre superior num dia útil, como seria de esperar, ocorrendo uma superiorização dos de fim-de-semana pontualmente. Esta situação não ocorre de forma sistemática, e dever-se-á sobretudo ao facto de, no fim-de-semana, a evolução do número de passageiros por unidade de tempo ter uma tendência quase constante ao contrário do dia útil em que por vezes são verificadas oscilações mais significativas, com concentração em determinados momentos do dia.

5.4. Mercês

5.4.1. Dia útil

O resumo da recolha de fluxos na gare de Mercês apresenta-se no Quadro 5.3., tendo sido registados 11 103 passageiros.

Período Horário	Sentido Lisboa	Sentido Sintra
07h00 às 12h00	3423 passageiros 11 passageiros/minuto	1168 passageiros 4 passageiros/minuto
12h00 às 15h00	826 passageiros 5 passageiros/minuto	867 passageiros 5 passageiros/minuto
15h00 às 20h00	1548 passageiros 5 passageiros/minuto	3271 passageiros 11 passageiros/minuto
Total	5797 passageiros	5306 passageiros

Quadro 5.3. Mercês – Fluxo de passageiros num dia útil por período horário e sentido

O histograma de fluxos concentra em três períodos, ao longo do dia, os passageiros que acederam às plataformas de Mercês (Figura 5.12.).

No período matinal há maior fluxo na plataforma que dá acesso aos comboios para Lisboa e no período da tarde na plataforma de chegada de Lisboa. O período de almoço apresenta fluxos semelhantes em ambos os sentidos. A diferença entre os passageiros que partem, de manhã, para Lisboa e os que regressam, à tarde, é de apenas 152. É possível que a diferença se deva a passageiros que regressem mais tarde, fora do período de contagem. No caso de Queluz-Belas a diferença era mais significativa.

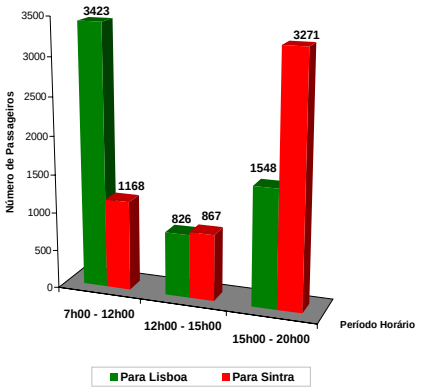


Figura 5.12. Estação de Mercês – Histograma de fluxos num dia útil

Globalmente o movimento de passageiros é equilibrado, 5 306 no sentido de Sintra e 5 797 no sentido de Lisboa. Por este facto e pelo das partidas matinais serem sobretudo para Lisboa com as chegadas ao fim do dia de Lisboa, facilmente se conclui que Mercês é uma localidade satélite de Lisboa e que os seus habitantes têm um movimento pendular significativo entre Mercês e Lisboa e depois entre Lisboa e Mercês. De seguida apresenta-se uma análise mais detalhada de evolução dos fluxos no período de contagem, por sentido.

De seguida procede-se a uma análise mais detalhada à evolução dos fluxos no período de contagem, por sentido.

a) Sentido Lisboa

No sentido de Lisboa o fluxo de passageiros registados apresenta-se na Figura 5.13.

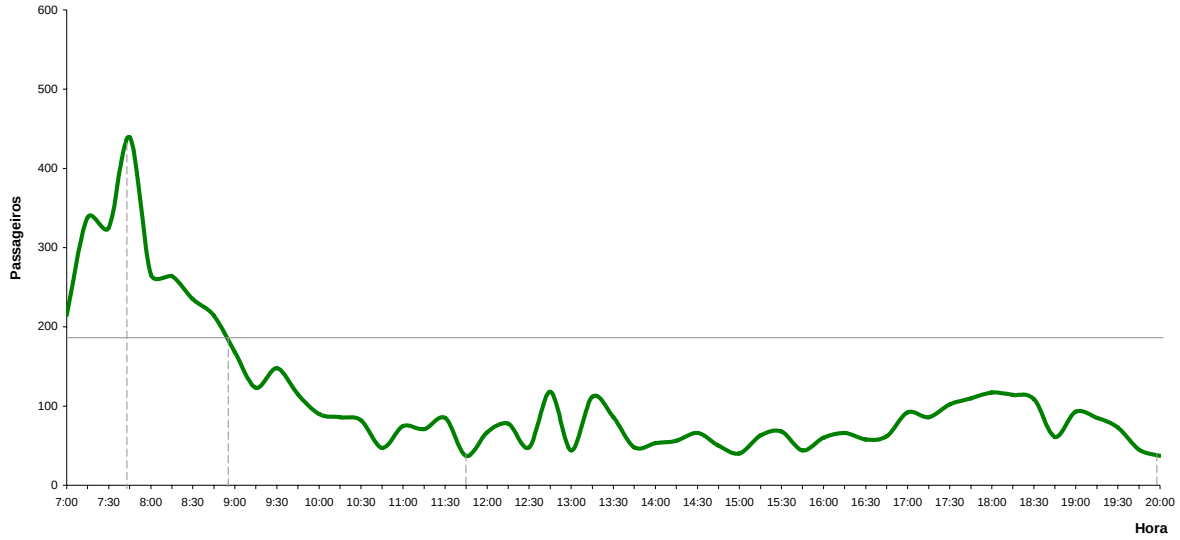


Figura 5.13. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil, no sentido de Lisboa

A evolução dos fluxos mostrou um máximo absoluto às 7h45 (29 passageiros/minuto) o mínimo ocorreu às 11h45 e 20h com 3 passageiros/minuto. Após o período matinal, o fluxo estabiliza em torno de sensivelmente 5 passageiros/minuto. Existem alguns máximos relativos, na hora de almoço e durante a tarde.

Os fluxos mais elevados são registados de manhã para Lisboa. Ao longo do dia são visíveis variações, mais significativas na hora de almoço, e um patamar de fluxo mais elevado, comparativamente com os restantes períodos, ao final da tarde. As semelhanças com o observado na estação de Queluz-Belas são, nestes aspectos, evidentes.

Como se referiu, o máximo absoluto é atingido às 7h45 para 29 passageiros/minuto. Corresponde a passageiros que pretendem chegar ao seu destino cerca das 8h30. É um horário que se coaduna com passageiros que sejam funcionários administrativos e estudantes com horário matinal. O máximo relativo das 7h15, que é depois seguido de uma quebra, corresponderá à uma chegada ao destino, cerca das 8h00. É um horário compatível com funcionários não docentes dos estabelecimentos de ensino e da banca. Após o máximo absoluto ocorre uma ligeira inflexão na tendência de diminuição entre as 8h00 e as 8h15. Trata-se de passageiros que procuram chegar ao destino cerca das 9h00. Às 9h tem início as aulas na generalidade das escolas ou o segundo tempo da generalidade das faculdades pelo que será admissível considerar que serão os estudantes que procuram este horário. A tendência de diminuição ocorre até às 10h45.

Considerando um fluxo de referência de 175 passageiros, é possível evitar os máximos relativos verificados ao longo do dia e os mínimos que ocorrem no período matinal. Tomando esse período de referência, a hora de ponta iniciou-se antes do período de contagem prolongando-se até sensivelmente às 9h, coincidindo com a redução de oferta de comboios. O fluxo de referência é, neste caso, mais baixo do que em Queluz-Belas.

Às 12h45 e 13h15 verificaram-se os máximos relativos da hora de almoço. Devem-se a chegadas de Sintra, de passageiros, residentes perto da estação de Mercês, na sua pausa de almoço, simultaneamente com os passageiros que pretendam de chegar a Lisboa cerca das 14h. A este último caso, estará associado o pico das 13h15. Até às 17h verificam-se pequenas variações em torno dos 4 passageiros/minuto. Entre as 17h e as 18h30 ocorreu um período de estagnação com fluxo mais próximo de 7 passageiros/minuto. Este momento corresponderá à chegada de passageiros que trabalhem em Sintra. De Sintra a Mercês são 10 minutos de viagem pelo que este patamar é compatível com um conjunto abrangente de profissões que termine entre as 16h30 e 18h00. Destaca-se o máximo, neste período, que se verifica às 18h sendo compatível com saída de Sintra cerca das 17h30. Este horário é compatível com os horários dos estudantes e trabalhadores da função pública.

b) Sentido Sintra

Apresenta-se a evolução do fluxo ao longo do dia útil no sentido de Sintra na Figura 5.14.

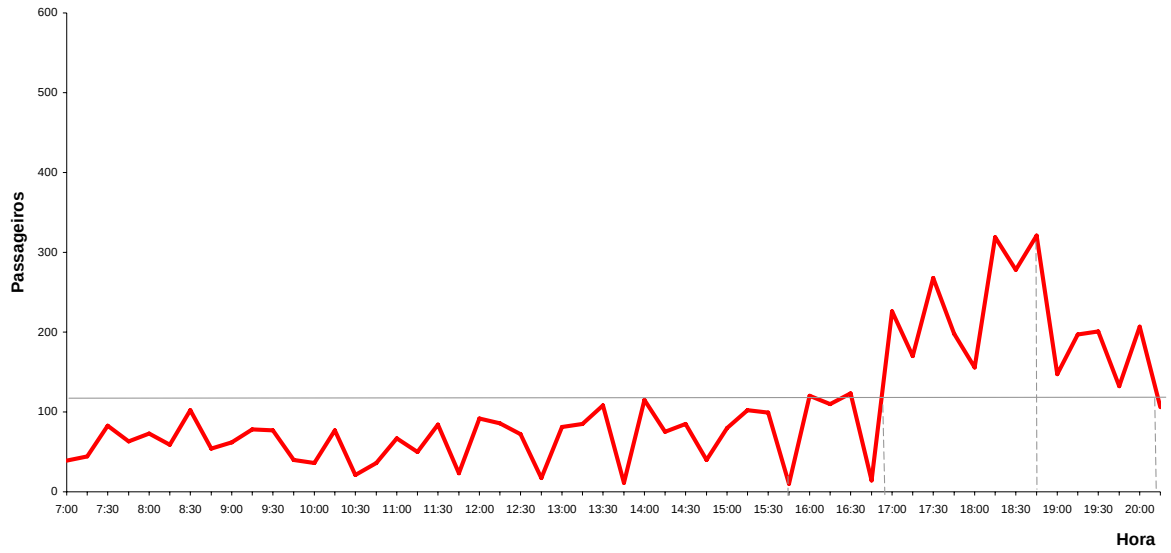


Figura 5.14. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil, no sentido de Sintra

A evolução dos fluxos mostrou um máximo absoluto às 18h45 de 21 passageiros/minuto; o mínimo ocorreu às 15h45 com menos de 1 passageiro/minuto. Até às 17h, o fluxo oscila sensivelmente em torno de 5 passageiros/minuto. Existem alguns máximos relativos, na hora de almoço e durante a manhã.

A circulação de passageiros na plataforma do sentido de Sintra acontece mais expressivamente na chegada de um comboio. Daí a irregularidade da evolução de fluxos ao longo do dia. Os passageiros com destino a Sintra, a partir de Mercês, serão muito poucos, comparativamente com os que chegam de Lisboa, originando a sucessão de máximos e de mínimos relativos, da Figura 5.14.

Até às 16h45 não são ultrapassados os 7 passageiros/minuto e regularmente o fluxo cai até 1 passageiro/minuto. Os máximos relativos às 7h30 e 8h30, estarão associados a partidas de passageiros que trabalhem em Sintra. É possível que correspondam também a chegadas de passageiros para trabalhar em Mercês. As partidas às 7h30 são compatíveis com chegada a Sintra, até às 8h, o que estará sobretudo associado a empregos na área da banca ou serviço não docente. O fluxo das 8h30 corresponderá a uma chegada cerca das 9h00, compatível com trabalhos de cariz administrativo e com o horário escolar. Os fluxos nas horas de almoço não são tão expressivos, como no caso de Queluz-Belas, sendo difícil identificá-los. Por este facto se pode concluir que esta estação está um pouco fora da influência de Lisboa, já que não é claramente visível a ponta de almoço.

Considerando um fluxo de referência de 8 passageiros/minuto, verificou-se que os mínimos registados ao final da tarde se aproximavam dos máximos sistematicamente registados ao longo do dia. Admitindo este fluxo de referência, a hora de ponta ocorreu entre as 16h45 e as 20h00. O máximo absoluto registou-se às 18h45 correspondendo a 21 passageiros/minuto. Este horário associa-se à saída de Lisboa cerca das 18h20. Trata-se de um conjunto de passageiros que termina as suas funções entre as 17h30 e 18h. É um horário associado a profissões de cariz administrativo e correspondente aos horários da generalidade das faculdades. O período entre as 17h e 20h, identificado como sendo de ponta, corresponde, com diferença de alguns minutos, ao período de reforço de oferta do operador ferroviário.

c) Comparação entre ambos os sentidos

Na Figura 5.15. analisa-se o fluxo total da estação de Mercês.

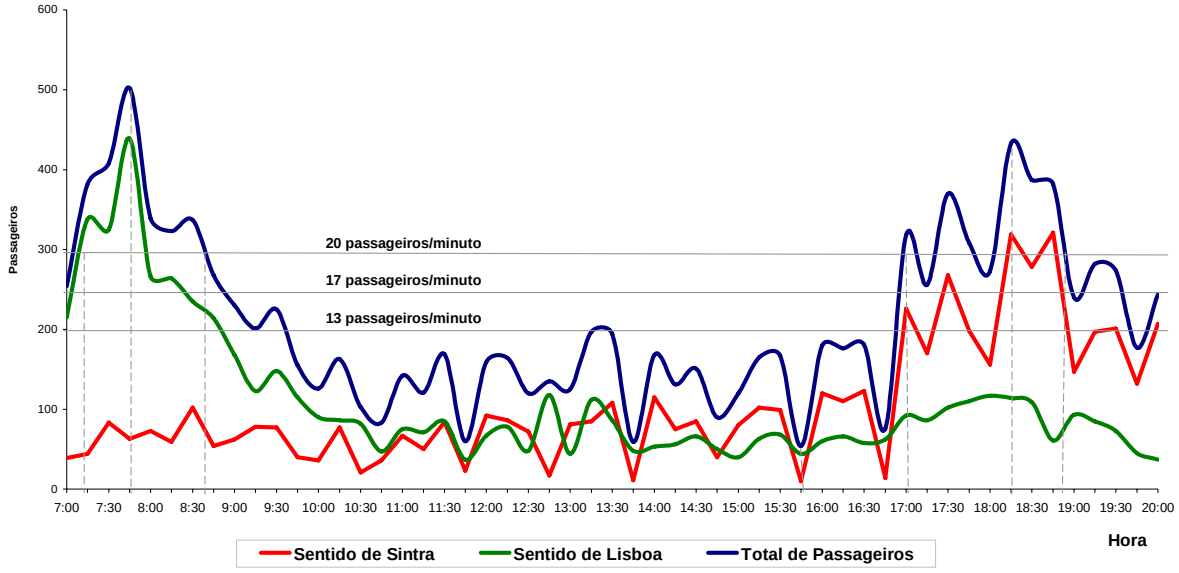


Figura 5.15. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia útil

Verificaram-se fluxos mais significativos de manhã e à tarde na estação de Mercês. O da manhã é originado pelo fluxo no sentido de Lisboa e, o da tarde, no sentido de Sintra. Os máximos

absolutos de cada período de ponta aconteceram às 7h45 e 18h15. O mínimo absoluto ocorre às 15h45 com 4 passageiros/minuto.

O carácter mais irregular dos fluxos no sentido de Sintra confere, ao andamento do fluxo total, uma variação significativa ao longo do dia. Ao contrário do caso de Queluz-Belas, para Mercês foram definidos fluxos de referência para definição de hora de ponta diferentes em ambos os sentidos. Qualquer linha paralela ao eixo das abcissas reveste-se de alguma fragilidade como patamar de definição de horas de ponta. Esta situação ocorre devido às grandes oscilações de fluxo de passageiros ao longo do dia, já que os mínimos relativos dos períodos de ponta são coincidentes ou inferiores aos máximos relativos verificados fora do período de ponta.

Um valor de referência em torno dos 13 passageiros/minuto iria provocar descontinuidades no período de ponta matinal e vespertino além de estar muito próximo dos máximos das 13h. A adopção de um patamar nos 17 passageiros/minuto resolve a questão do afastamento aos máximos relativos da hora de almoço, mas no período da tarde, não permite definir um horário contínuo. Um patamar demasiado elevado fracturará a ponta da tarde enquanto que um patamar demasiado baixo aproxima-se aos máximos de almoço e das 16h. Poderia considerar-se mais do que os dois tradicionais períodos de ponta mas globalmente, a representação gráfica não traduz essa sensação. A dificuldade em estabelecer um fluxo que defina a hora de ponta revela que, apesar de predominarem as viagens pendulares para Lisboa, existe um significativo conjunto de passageiros que não têm um horário rígido, distribuindo-se pelo dia, e que provavelmente até nem irá para Lisboa. Esta dificuldade advém também dos fluxos registados no sentido de Sintra, onde ocorrem consecutivamente máximos e mínimos relativos associados às chegadas dos comboios.

Optando por 20 passageiros/minuto, como patamar de referência, no período matinal estão acima deste valor os fluxos registados entre as 7h05 e as 8h40. No período da tarde será das 17h até pouco antes das 19h, embora às 17h15 e 18h haja uma diminuição de fluxo abaixo da referência admitida.

As insuficiências atrás indicadas impedem a definição de um período contínuo. Estando também a estação de Mercês mais afastada de Lisboa seria de esperar que o período de ponta da tarde surgisse mais próximo das 20 horas. Ao não haver prolongamento da hora de ponta até às 20h, os últimos passageiros que chegam a Mercês dentro do horário de ponta definido, teriam saído de Lisboa às 18h30. Com este horário é possível identificar esses passageiros como funcionários administrativos ou estudantes.

5.4.2. Fim-de-semana

O resumo da recolha de fluxos num dia de fim-de-semana, na estação de Mercês, apresenta-se no Quadro 5.4., tendo sido registados 4 931 passageiros.

Período Horário	Sentido Lisboa	Sentido Sintra
07h00 às 20h00	2605 passageiros 3 passageiros/minuto	2326 passageiros 3 passageiros/minuto
Total	2605 passageiros	2326 passageiros

Quadro 5.4. Mercês – Fluxo de passageiros num dia de fim-de-semana, por período horário e sentido

Como se verá adiante, não é possível identificar horas de ponta, pelo que o histograma está construído para um período de tempo correspondente ao período de contagem.

Há uma ligeira diferença entre os fluxos registados em cada sentido, mais significativa que no caso de Queluz. Também aqui se pode atribuir essa diferença a regressos mais tardios e, por isso, fora do período de contagem que terminou às 20h.

Apresenta-se agora uma análise mais detalhada à evolução dos fluxos no período de contagem, por sentido.

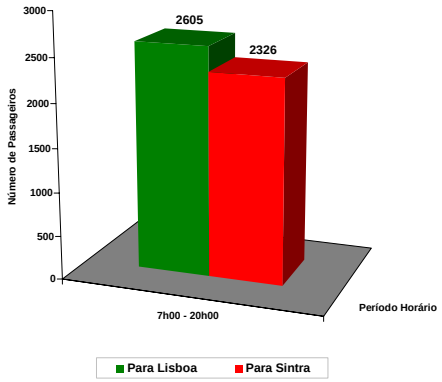


Figura 5.16. Estação de Mercês – Histograma de fluxos num fim-de-semana

a) Sentido Lisboa

Considere-se a evolução de fluxos no sentido de Lisboa.

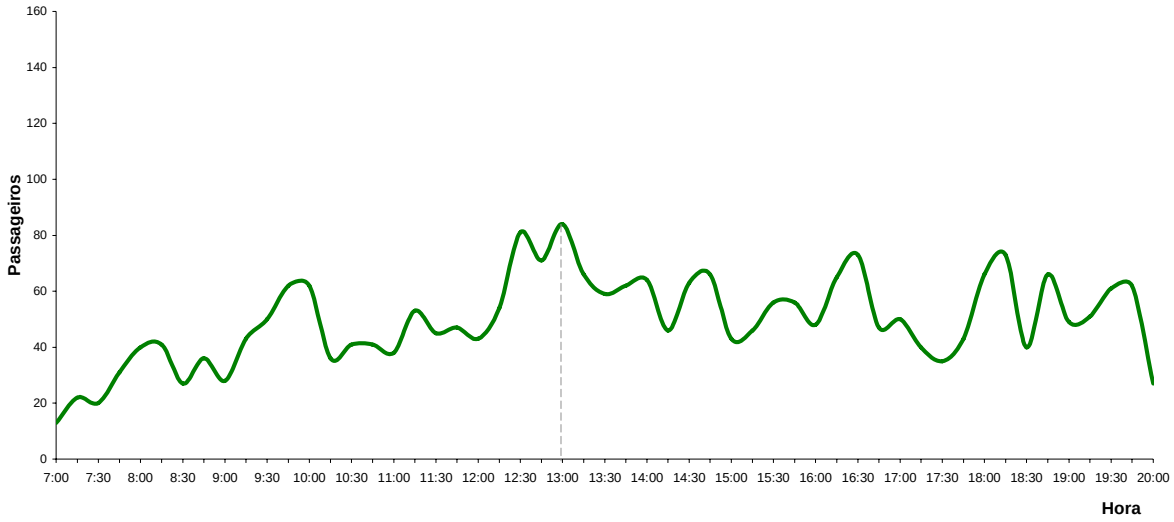


Figura 5.17. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana, no sentido de Lisboa

A evolução dos fluxos denota a ausência de um período de ponta. Ao longo do dia, os fluxos oscilam em torno dos 3 passageiros/minuto, atingindo o máximo de 6 passageiros/minuto às 13h00. O mínimo ocorre logo pelas 7h, com menos de 1 passageiro/minuto. Existem alguns máximos relativos, na hora de almoço, manhã e mais frequentemente durante a tarde.

Apesar dos picos não serem suficientemente expressivos para definição de horas de ponta, é possível interpretar a ocorrência de alguns deles. O primeiro ocorreu às 9h45 e será motivado pela chegada de passageiros que se destinam à igreja situada nas imediações da estação. Também pode estar associado ao conjunto de passageiros que se destina a Lisboa e que pretende passar a manhã ou o dia na capital. Com este horário a chegada aos centros comerciais será a partir das 10h30, meia hora depois da sua abertura.

Os picos das 12h30 e 13h00 permitem a chegada, por exemplo, ao Centro Colombo entre as 13h15 e 13h45 e ao Parque das Nações até às 14h. São horários associados a viagens que têm como objectivo o lazer. Parte destes fluxos estará também associado à chegada das viagens matinais para Sintra e idas à igreja já referida. Os máximos relativos das 14h e 14h45 corresponderão a partidas tardias para uma tarde de lazer em Lisboa. Dada a hora, o destino não será, muito provavelmente, a estação do Oriente (Parque das Nações).

As primeiras chegadas dos residentes das Mercês, que tenham escolhido Sintra como destino para passar o domingo, ocorreu cerca das 16h30. Fluxos semelhantes registaram-se às 18h10 e 18h45. Estes, mais tardios, corresponderão a partidas mais tardias.

b) Sentido Sintra

Atente-se agora o sentido inverso.

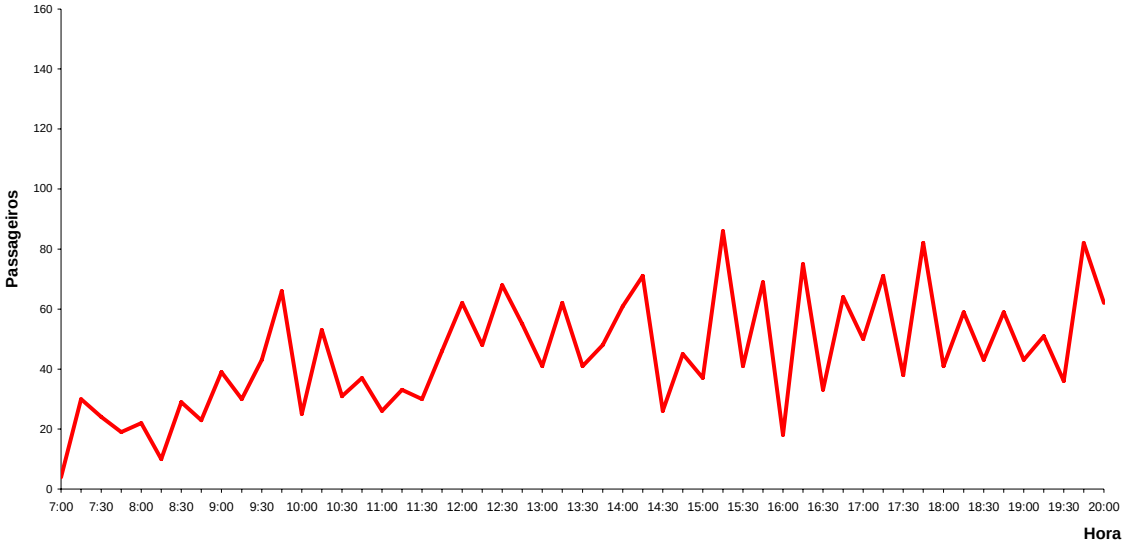


Figura 5.18. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana, no sentido de Sintra

A evolução dos fluxos denota a ausência de um período de ponta. Ao longo do dia, os fluxos oscilam em torno dos 3 passageiros/minuto, atingindo o máximo de 6 passageiros/minuto às 15h15. O mínimo ocorre logo pelas 7h, com menos de 1 passageiro/minuto. Existem alguns máximos relativos, na hora de almoço, manhã e mais frequentemente durante a tarde.

Até às 9h30 os fluxos são reduzidos, abaixo dos 3 passageiros/minuto. O ligeiro máximo verificado logo no início da contagem (7h15), deveu-se muito provavelmente ao regresso de passageiros que terão partido para diversão nocturna na noite anterior. Note-se que este é o terceiro comboio do dia. Esta chegada é compatível com uma saída das zonas preferências de diversão nocturna em Lisboa, pouco depois das 6h, hora a que normalmente este tipo de estabelecimentos encerra. Esta contagem teve lugar a um Domingo.

O primeiro pico significativo registou-se às 9h45 e repetiu-se às 10h15, mas de forma menos expressiva. São picos associados às primeiras partidas para Sintra com o intuito de um passeio matinal e chegadas ao centro comercial nas imediações desta estação, que tem abertura às 10h. Às

12h, 12h30, 13h30 e 14h30 verificam-se os fluxos associados à hora de almoço. Os primeiros representarão sobretudo partidas antes de almoço para Sintra e chegadas para almoço no centro comercial de Mercês, enquanto que os picos mais tardios estarão associados a saídas para Sintra, já depois de almoço, e chegadas também depois de almoço para o centro comercial nas imediações desta estação.

Depois da hora de almoço, os fluxos têm máximos relativos, de meia em meia hora, e mínimos, na meia hora oposta. Os crescimentos dão-se nos períodos que coincidem com a chegada de comboios de Alverca, ou seja, nos minutos 18 e 48 e os valores mais baixos são registados nos comboios que procedem de Roma Areeiro, ou seja, nos minutos 3 e 33. Os comboios de Alverca demoram cerca de 40 minutos desde o Oriente até Mercês. Esta situação permite concluir que a diferença entre os máximos e mínimos corresponderá a passageiros que procedem da estação do Oriente. Estando esta estação próxima do Parque das Nações, será possível estabelecer que o objectivo da viagem tenha sido maioritariamente o passeio.

c) Comparação entre ambos os sentidos

Veja-se então o somatório destes fluxos parciais.

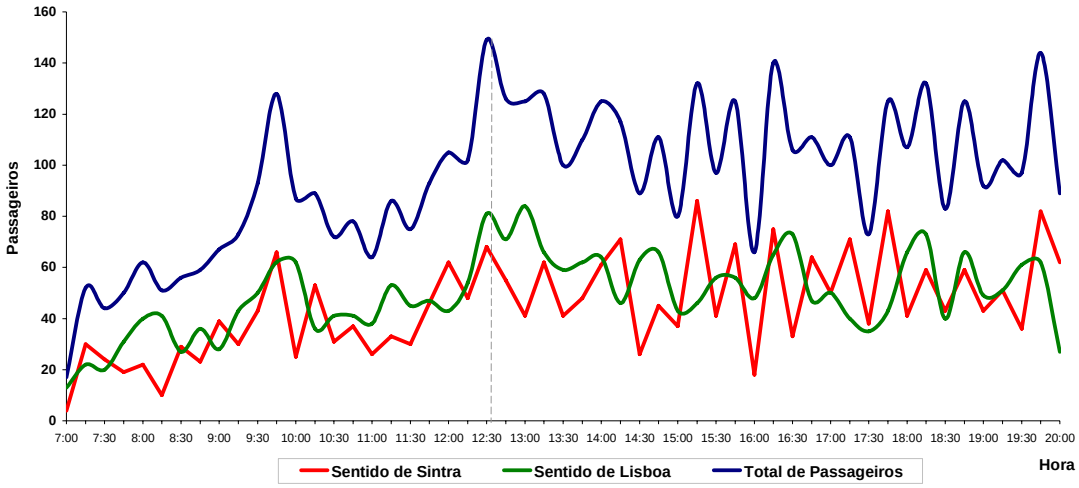


Figura 5.19. Estação de Mercês – Fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) num dia de fim-de-semana

A evolução de fluxos ao longo de um dia de fim-de-semana sugere um crescimento até à hora do almoço, interrompido a meio da manhã com um máximo relativo bastante expressivo. A partir da hora de almoço o fluxo estabiliza em torno de 6 passageiros/minuto. O máximo absoluto ocorre às 12h30 com 10 passageiros/minuto e o mínimo às 7h, com pouco mais de 1 passageiro/minuto.

Até à hora de almoço estão identificados claramente os pontos de maior fluxo. O primeiro ocorre cerca das 10h, em ambos os sentidos, e terá correspondido às primeiras partidas para Sintra e Lisboa. Na hora de almoço é possível identificar três picos: 11h30, 13h (máximo) e 14h. A partir da hora de almoço a evolução dos fluxos é mais irregular, sucedendo-se máximos e mínimos relativos, à semelhança do já verificado no sentido de Sintra.

A dificuldade de estabelecer um horário de ponta é evidente pela evolução dos fluxos, que apesar de variarem significativamente são constantes em torno de 6 passageiros/minuto.

Estes dados referem-se à monitorização de 4931 passageiros, 2326 dos quais, com destino a Sintra e 2605 para Lisboa.

5.4.3. Comparação entre dia útil e de fim-de-semana

Foram também analisadas as diferenças, entre a evolução de fluxos num dia de fim-de-semana, conforme o sentido, e as repercussões no comportamento dos passageiros devidas à alteração da oferta comercial.

a) Sentido Lisboa

No sentido de Lisboa a evolução está representada na Figura 5.2.

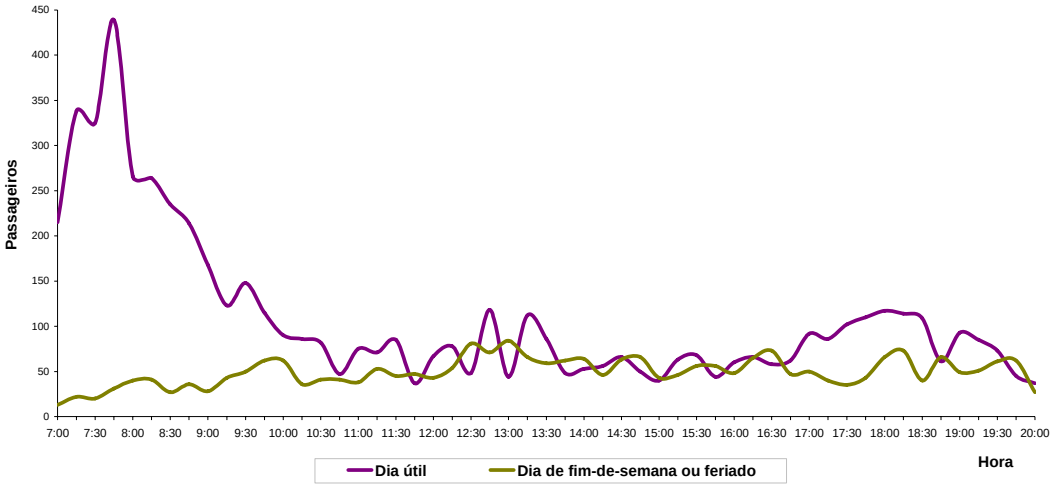


Figura 5.20. Estação de Mercês – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos), no sentido de Lisboa, num dia útil e de fim-de-semana

Até às 10h45 a evolução de fluxos é divergente: no dia útil crescem até o máximo, decaindo depois; no fim-de-semana há um crescimento contínuo até às 10h, hora a que se verifica uma queda, retomando posteriormente o crescimento até ao almoço. No restante período de análise há uma semelhança de evolução, mas com o dia de fim-de-semana a registar pontualmente maiores fluxos.

Às 8h00 são registados cerca de 400 passageiros a mais no dia útil, comparativamente ao que foi observado no fim-de-semana. Existe um desfasamento no crescimento e decrescimento dos fluxos ao longo do dia. Os ciclos de crescimento/decrescimento verificados no dia útil, são registados cerca de 30 minutos depois dos de fim-de-semana. A partir das 17h30, deixa de existir uma semelhança na evolução dos fluxos de dia útil e de fim-de-semana. Apesar da separação, são visíveis alguns picos que permitem concluir que o regresso de Sintra num dia útil, ocorre mais cedo do que nos dias em que a viagem para Sintra está associada ao lazer. Importa também referir que no dia útil, a hora de almoço, destaca-se claramente.

b) Sentido Sintra

Em sentido contrário, para Sintra, tem-se a Figura 5.21.

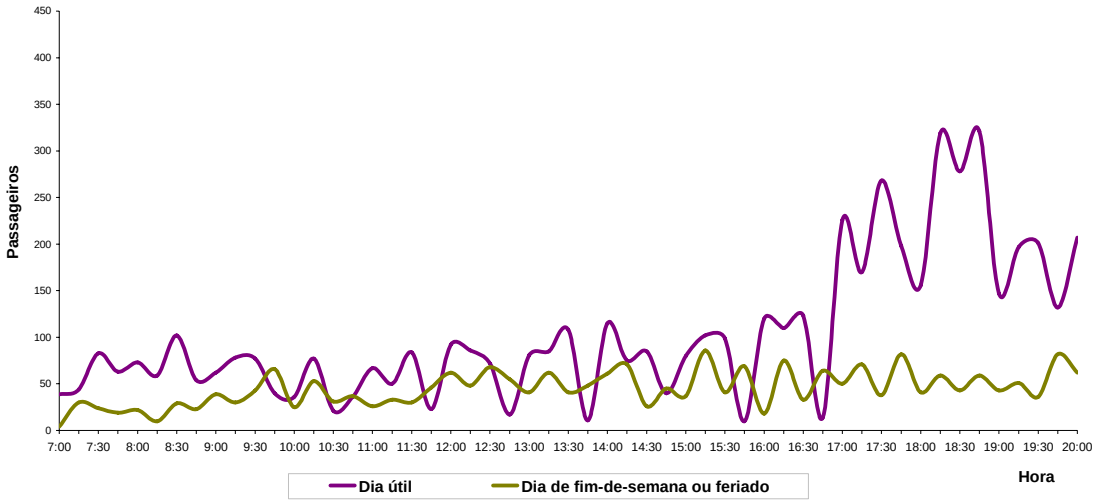


Figura 5.21. Estação de Mercês – Comparação do fluxo de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) no sentido de Sintra, num dia útil e de fim-de-semana

É possível verificar que os crescimentos e decrescimentos se fazem sensivelmente nos mesmos períodos, embora não seja tão evidente a semelhança entre ambos os casos.

Apesar de evidente, a diferença entre fluxos no horário de ponta da tarde não é tão significativa como a que se registou na ponta da manhã para um dia útil. A hora de chegada, no dia útil é mais flexível do que a de partida, levando a uma distribuição das chegadas pelo tempo. De manhã há uma maior concentração de passageiros em determinado horário. Também aqui, pontualmente, ao fim-de-semana os fluxos são superiores o que se deverá à maior frequência de comboios, comparativamente ao dia de semana.

c) Comparação entre ambos os sentidos

Apresenta-se a comparação dos fluxos totais em ambos os sentidos na Figura 5.22.

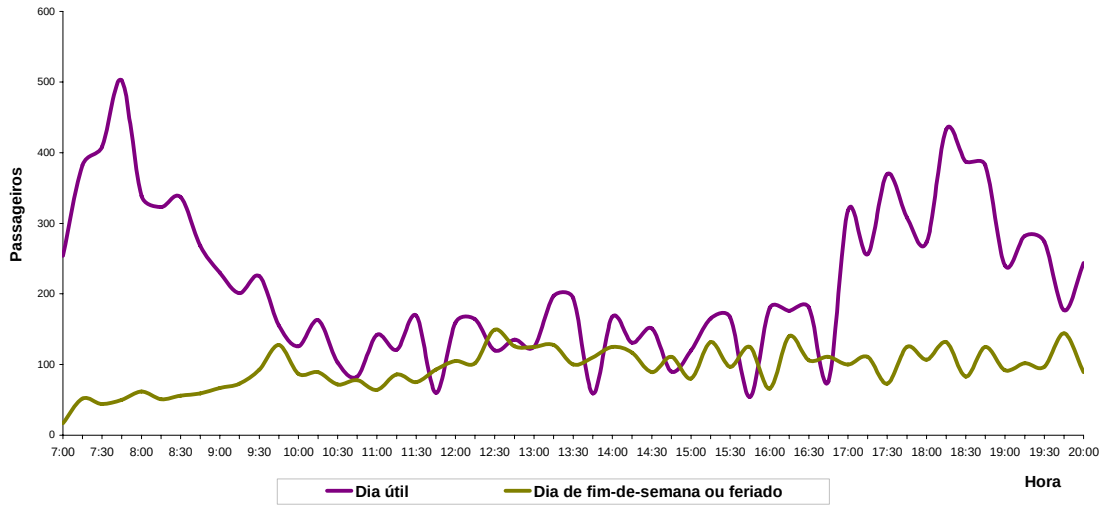


Figura 5.22. Estação de Mercês – Comparação do fluxo de passageiros total (número de passageiros em 15 minutos), num dia útil e de fim-de-semana

Os fluxos totais mostram de forma inequívoca as duas horas de ponta: de manhã e à tarde; no dia útil. Ao fim-de-semana há um crescimento de fluxos até ao almoço, estabilizando a partir desse momento até ao final do período de contagem.

Ao contrário do que se assinalou para a estação de Queluz-Belas, uma possível semelhança entre a evolução dos fluxos é aqui mais complicada de identificar. No entanto, note-se, que entre as 10h30 e 16h45, os fluxos totais registados são semelhantes. A maior frequência de comboios ao fim-de-semana, neste período, poderá explicar esta semelhança. Também o facto de existirem mais opções de destino ao fim-de-semana, gerará viagens de passageiros que não utilizem o comboio no dia útil. Note-se ainda que as horas de almoço são mais tardias ao fim-de-semana do que no dia útil e que os três máximos identificados no dia útil acabam por se reduzir a dois no fim-de-semana. Tal poderá advir do facto de, nos dias úteis, os passageiros procurarem almoçar em suas casas, enquanto que no fim-de-semana o objectivo será programar as suas viagens para antes ou depois do almoço não havendo lugar ao movimento de ida e volta que parece acontecer nos dias úteis em três momentos.

5.5. Comparação de fluxos totais entre ambas as estações

5.5.1. Dia útil

Apresenta-se a comparação dos fluxos totais entre as estações analisadas.

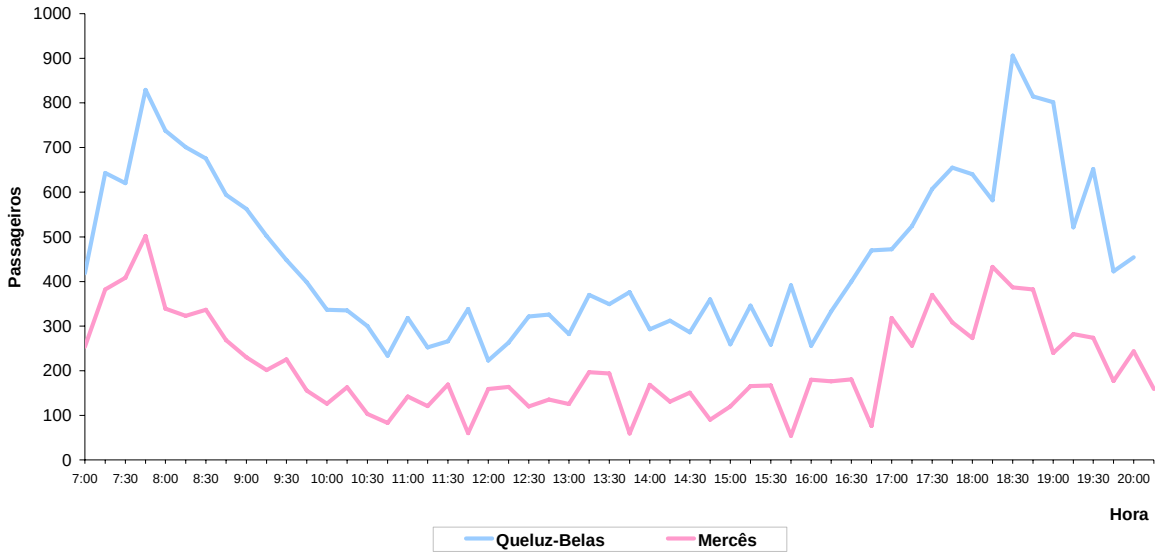


Figura 5.23. Estações de Queluz-Belas e Mercês – Fluxos de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) totais em dia útil

É visível uma semelhança global na evolução dos fluxos. Entre as 7h e as 10h15 e as 17h e 20h, ocorreram os mesmos picos, se bem que ligeiramente desfasados, devido às diferenças de tempo de viagem para Lisboa. No período restante os picos de passageiros em Queluz-Belas correspondem a mínimos em Mercês, estabelecendo quase uma simetria face a uma ordenada nos 200 passageiros. São evidentes as diferenças entre o valor absoluto de passageiros em ambas as

estações, e que se agravam nos períodos de ponta. Queluz-Belas, apesar de possuir uma menor população do que a freguesia de Algueirão/Mem-Martins, movimenta quase o dobro de passageiros, em particular, às 18h30.

Constatou-se anteriormente que no período da manhã é o sentido de Lisboa que maior peso tem no fluxo total de passageiros. A semelhança dos picos em ambas as estações induz que os passageiros de Mercês chegam mais tarde a Lisboa do que os de Queluz. Tome-se o pico das 7h45 simultâneo em ambas a estações. Partindo de Mercês a chegada a Lisboa será cerca das 8h15, partindo de Queluz-Belas, a chegada será pouco depois das 8h. Apesar de não ser significativa, esta diferença permite concluir que, em princípio, os passageiros de Mercês terão destinos mais próximos das estações ferroviárias de Lisboa e os de Queluz mais distantes, considerando que o objectivo seria chegar ao destino cerca das 8h30. Admitiu-se que a ligação entre a estação ferroviária em Lisboa e o destino final é de 30 minutos.

Já, anteriormente, se discutiu a menor concentração do pico da tarde nas Mercês num determinado horário, cerca das 18h45. É evidente um máximo absoluto nesse período que ocorre 15 minutos antes do que o verificado em Queluz. Esta constatação leva a concluir que o passageiro das Mercês sairá de Lisboa cerca de 30 minutos antes do de Queluz, considerando os 16 minutos da viagem entre as duas estações e os 15 minutos do desfasamento verificado.

Estas duas observações permitem identificar expectativas diferentes entre os passageiros de cada estação face ao serviço ferroviário. O passageiro de Mercês e Queluz-Belas pretende chegar a Lisboa cerca das 8h30 embora o primeiro regresse mais cedo. Permitirá associar aos passageiros de Mercês empregos mais administrativos e de carácter público que normalmente não tenham um horário para lá das 17h ou 18h. Aos passageiros de Belas associam-se horários mais flexíveis, muito provavelmente associados a empresas privadas. Este cenário poderá ser um sintoma da segregação segundo a capacidade económica numa Megacidade, considerando que o funcionário de uma empresa privada será mais bem remunerado.

Uma última referência ao período entre as horas de ponta. A simetria anteriormente indicada, é provocada por um ligeiro desfasamento entre a sucessão de máximos e mínimos relativos, em ambas as estações, e em períodos de 30 minutos. Deslocando a linha de gráfico de Mercês 15 minutos para a direita será visível uma quase perfeita adequação entre os pontos notáveis de ambas as estações, com excepção da manhã. Esses 15 minutos correspondem quase exactamente à diferença de tempo de viagem entre as duas estações.

Apesar de, aparentemente a maioria dos passageiros que circula neste horário não ter um horário tão rígido, não deixa de ser curiosa uma evolução sistemática dos fluxos. Em Queluz-Belas, máximos aos 15 e 45 minutos em cada hora e mínimo nos restantes. Em Mercês, aos minutos 15 e 45 correspondem mínimos.

5.5.2. Fim-de-semana

Comparam-se agora os fluxos totais registados na estação de Queluz-Belas e Mercês num dia de fim-de-semana na Figura 5.24.

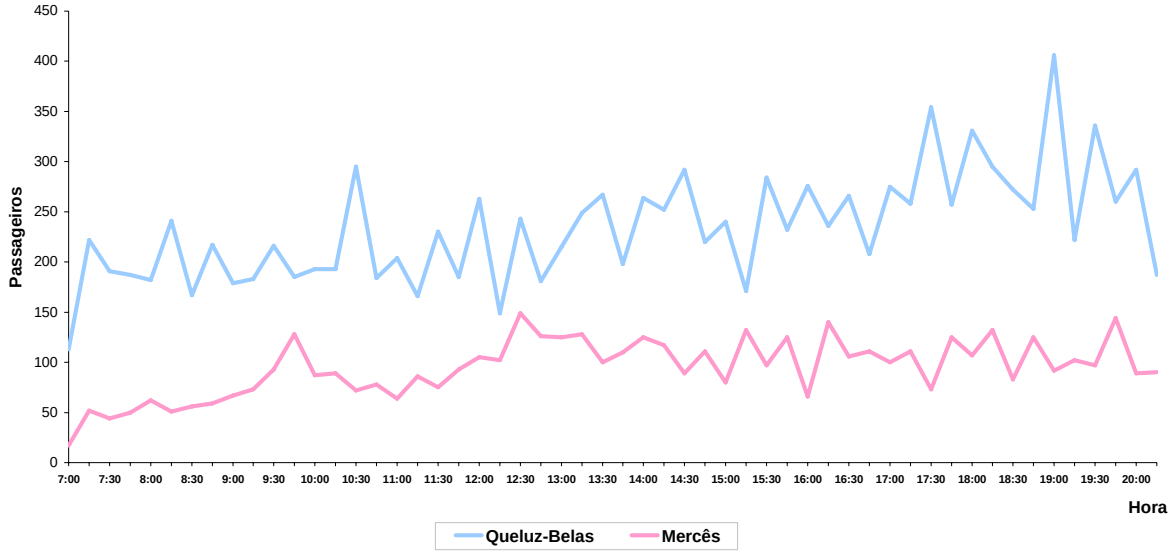


Figura 5.24. Estações de Queluz-Belas e Mercês – Fluxos totais de passageiros (número de passageiros em 15 minutos) em dia de fim-de-semana

Os fluxos em ambas as estações são irregulares e não é possível estabelecer comparações. Existe apenas um ligeiro crescimento dos fluxos pela manhã que é mais evidente em Mercês. Nota-se ainda que o máximo absoluto de Mercês está 15 minutos desfasado do mínimo absoluto de Queluz-Belas.

Ficam ainda claras algumas das observações feitas anteriormente, como por exemplo, a ausência de uma hora de ponta. As oscilações verificadas na estação de Queluz-Belas são mais significativas do que as registadas em Mercês. Convém recordar que, no fim-de-semana, a oferta comercial é a mesma em ambas as estações.

5.6. Nível de serviço

5.6.1. Definição de larguras de constrangimento

A definição de larguras de constrangimento adequadas constitui um procedimento fundamental para um eficiente cálculo do nível de serviço. Diversos autores têm abordado esta questão mas não foi definida até ao momento qualquer metodologia específica para obtenção destes valores. O mais usual é caracterizar globalmente os espaços e atribuir larguras de constrangimento consideradas adequadas com base numa tabela proposta pelo HCM. Esta tabela apresenta valores para diferentes obstáculos que constituam constrangimento ao normal fluxo de peões.

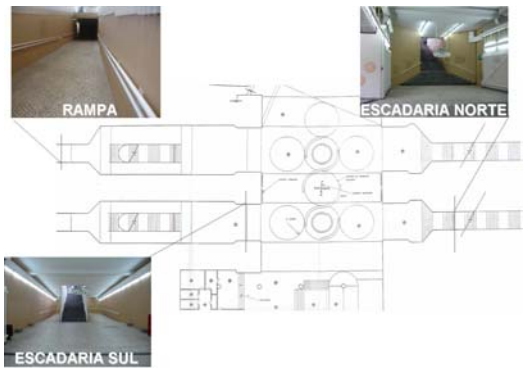


Figura 5.25. Estação de Mercês - Acessos analisados

Apesar de ser possível estabelecer semelhanças físicas entre as estruturas sugeridas pelo HCM (Quadro 2.4.) e as estruturas de acesso nas estações analisadas, optou-se por apresentar uma

proposta de larguras de constrangimento para escadas rolantes, corredores e escadas convencionais.

A proposta apresentada (Quadro 5.5.) é baseada na consideração da elipse de Fruin, admitindo o número máximo de pessoas possível, na secção de contagem. As larguras de constrangimento indicadas e posteriormente utilizadas no cálculo do nível de serviço, advêm da observação directa do número máximo de pessoas que é possível considerar na secção de contagem. Com esse número de peões foi calculada a largura útil considerando o eixo maior da elipse de Fruin, com 0.60 metros. O espaço restante, a diferença entre largura útil e a largura bruta, representa a largura de constrangimento que foi equitativamente distribuída por ambos os lados.

Figura 5.26. Estação de Queluz-Belas - Acesso analisado (linha de torniquetes – piso superior) (Fotografia do autor)

Figura 5.27. Estação de Queluz-Belas - Acesso analisado (saída escada rolante – piso inferior) (Fotografia do autor)

	Mercês			Queluz-Belas	
	Rampa Sul	**Escada Norte**	**Escada Sul**	**Linha Torniquetes Piso Superior**	**Secção saída Escada rolante**
Largura da Secção Contagem	7.0 metros	3.0 metros	3.0 metros	4.5 metros	2.0 metros
Número máximo de peões na secção	11	5	5	7	3
Largura Total livre	0.40 metros	0.00 metros	0.00 metros	0.30 metros	0.20 metros
Largura de constrangimento total a adoptar	0.50 metros	0.30 metros	0.30 metros	0.60	0.40

Quadro 5.5. Estações de Queluz-Belas e Mercês - Larguras de constrangimento nas secções analisadas

Ainda sobre o Quadro 5.5. refira-se que no caso da escada de Mercês, considerando o eixo maior da elipse de Fruin, não sobra espaço livre. Como essa situação não acontece, porque os peões afastam-se sempre da guarda, foi considerada, por observação directa, a existência de, no máximo, 4 peões em simultâneo na secção. Desta situação resulta uma largura de constrangimento de 0.30 metros. Note-se ainda que há um afunilamento da rampa Sul na estação de Mercês após os lanços de escada. É considerada a secção de contagem, à entrada do acesso conforme mostra a Figura 5.22.

No caso de Queluz-Belas, foram consideradas duas secções: no piso superior, a linha de torniquetes que seria lateral ao gabinete de venda de bilhetes; e, no piso inferior, a saída das escadas rolantes (Figuras 5.26. e 5.27.). No caso do piso superior, a linha de torniquetes é ladeada pela parede do gabinete de atendimento personalizada e por uma estrutura metálica de protecção à escada rolante. A largura de constrangimento foi definida como no caso da estação de Mercês, considerando o eixo maior da elipse de Fruin de 0.60 metros. No piso inferior, existem estruturas metálicas de protecção à escada rolante que ladeiam o acesso e foi utilizada a mesma consideração para definir a largura de constrangimento. Dada a proximidade a escadas rolantes, em ambos os casos, a circulação dá-se em fila linear.

5.6.2. Nível de serviço nas rampas e escadas

A metodologia utilizada na recolha de fluxos em Mercês não permitiu uma discretização por acesso. Por este facto considerou-se o fluxo total de cada plataforma no acesso correspondente. Como se verá, mesmo estando inflacionado o fluxo de passageiros, o nível de serviço obtido foi bastante confortável. Os maiores fluxos ocorreram num dia útil. Em Mercês, na plataforma do sentido de Sintra, foi registado um fluxo máximo de 21.4 passageiros/minuto. Na plataforma do sentido de Lisboa, o fluxo máximo registado foi de 29.3 passageiros/minuto.

Na estação de Queluz-Belas, no piso superior, o luxo máximo registado foi de 14.4 passageiros/minuto no sentido de Sintra. Em sentido contrário, o fluxo máximo foi de 10.0 passageiros/minuto. No piso inferior e no sentido de Sintra, o fluxo máximo foi de 34.9 passageiros/minuto. No sentido de Lisboa, o fluxo máximo foi de 35.9 passageiros/minuto.

	Largura Bruta	Largura Constrangimento	Largura Útil	Fluxo	Nível de Serviço
Mercês Plataforma Lisboa	7.0 metros	0.50 metros	6.0 metros	4.88 peões/m.min	A
Mercês Plataforma Sintra	7.0 metros	0.50 metros	6.0 metros	3.57 peões/m.min	A
Queluz-Belas Piso Superior Sentido Lisboa	4.5 metros	0.60 metros	3.30 metros	3.03 peões/m.min	A
Queluz-Belas Piso Superior Sentido Sintra	4.5 metros	0.60 metros	3.30 metros	4.36 peões/m.min	A
Queluz-Belas Piso Inferior Sentido Lisboa	2.0 metros	0.40 metros	1.20 metros	29.9 peões/m.min	B
Queluz-Belas Piso Inferior Sentido Sintra	2.0 metros	0.40 metros	1.20 metros	29.1 peões/m.min	B

Quadro 5.6. Estações de Queluz-Belas e Mercês - Níveis de Serviço

Foi utilizada a informação do Quadro 5.5 para estabelecer o nível de serviço, em cada acesso. Face aos baixos fluxos, seria de esperar um nível de serviço confortável. A excepção ocorre no acesso ao piso inferior da estação de Queluz-Belas onde, em determinados momentos do dia, o nível de serviço se deteriora até ao B. Esta situação é provocada pela existência de uma única escada rolante por plataforma, em cada sentido. Como se verá de seguida a escada rolante condiciona os fluxos de forma significativa devido à sua largura útil.

Se for considerado um ajustamento tendo em consideração o efeito de barramento, referenciado no Quadro 2.8., os níveis de serviço na estação de Mercês e o acesso ao piso superior de Queluz-Belas reduzem-se para B. No entanto, ficam próximos do limite inferior relativo a este nível de serviço. No caso do acesso ao piso inferior de Queluz-Belas, a consideração do efeito de barramento coloca o nível de serviço em D. As condições de circulação deterioraram-se de forma relevante com este factor de correcção.

A existência de um nível de serviço é A evidencia um possível sobredimensionamento das estações eventualmente com base em fluxos de passageiros que não se verificaram. O nível de serviço B, verificado no acesso do piso inferior à plataforma de embarque, na estação de Queluz-Belas, apesar de representar uma situação confortável diz respeito a uma escada rolante com 0.90 metros de largura. Esta escada rolante é a seguir analisada com mais pormenor.

5.6.3. Nível de serviço nas escadas rolantes

Analisou-se em pormenor a escada rolante de acesso ao piso inferior da estação de Queluz-Belas na plataforma do sentido de Sintra, para perceber as razões de um nível de serviço B.

Figura 5.28. Estação de Queluz-Belas - Existência de duas filas na escada rolante (Fotografia do autor)

Devido a limitações arquitectónicas, esta escada rolante tem 0.90 metros de largura. Considerando as dimensões indicadas por Fruin para o peão e uma largura de constrangimento para evitar o contacto com a estrutura, não seria de esperar a formação de duas filas de circulação. A formação de duas filas implicaria, inevitavelmente, contacto. Na observação da escada rolante verificou-se a existência de duas filas, mas com características diferentes ao longo do tempo. Após a chegada do comboio existe uma fase inicial em que se formam as duas filas e ambas estão em movimento. Seguidamente passa-se a uma fase intermédia em que só a fila da direita está em movimento. No final do grupo de passageiros que vem no comboio, ambas as filas estão paradas (Figura 5.28). Admitindo os 0.04 a 0.10 metros do balancear característico quando um peão desce a escada, o fato de uma das filas estar em movimento torna a circulação bastante desconfortável. O facto dos passageiros ocuparem degraus alternadamente permite atenuar o desconforto gerado pela formação das duas filas.

Após a observação desta escada rolante durante algumas horas da ponta da tarde no dia 24 de Maio de 2007 foi possível determinar que o tempo médio decorrido entre a entrada na escada rolante e a saída é de 26 segundos. Os trinta degraus que compõem a escada sugerem uma utilização simultânea por um máximo de 30 peões. O facto de se formarem duas filas duplica a capacidade para 60 peões. No primeiro caso trata-se da situação ideal e no segundo da situação mais desfavorável. Na observação efectuada verificou-se que o número máximo de passageiros que utiliza a escada em 26 segundos é de 34 passageiros, distribuídos por duas filas, uma delas imobilizada. Como os peões não ocupam todos os degraus, deixando pelo menos um de distância ao peão seguinte, para 30 degraus, a capacidade seria de 15 passageiros. Como se formam duas filas, a capacidade duplica, aproximando-se do valor obtido na observação.

A descrição dos níveis de serviço para o caso de escadas rolantes semelhantes a esta teria os seguintes extremos: um nível de serviço A corresponderá a 15 passageiros numa única fila e com um degrau de espaçamento entre si. O nível de serviço F corresponderá a 60 passageiros distribuídos em duas filas e dispostos em degraus consecutivos. No plano intermédio, surgirá o nível de serviço B que corresponderá a um intervalo de 15 a 26 peões na escada, num cenário em que os passageiros se dispõem em duas filas que se movimentam. O limite superior foi estabelecido por observação do número de passageiros que passam na escada rolante nos dois primeiros períodos de 26 segundos após a chegada de um comboio e que é de 26 passageiros. O nível de serviço C corresponderá a um patamar entre os 26 e 35 passageiros, num cenário intermédio, em que se inicia a imobilização da fila da direita. O limite superior é definido pelo máximo de passageiros registado

num intervalo de tempo igual ao tempo de viagem na escada rolante. A partir deste momento as duas filas imobilizam-se. Os níveis de serviço D e E podem ser definidos de forma equitativa, num intervalo entre os 35 e 60 passageiros. Ambos corresponderão a uma degradação da circulação. Devido à imobilização completa de ambas as filas, os passageiros começaram a ocupar todos os degraus. Acima dos 60 passageiros atingir-se-á o nível de serviço F. A situação na escada é caótica e superam-se os 60 passageiros. Dado o excesso de pessoas, a integridade física dos peões estará em risco.

Esta definição de níveis de serviço será válida para todas as escadas rolantes, similares à de acesso ao piso inferior da estação de Queluz-Belas, nos parâmetros de largura bruta, pendente, velocidade e diferença de alturas.

5.6.4. Aplicação de mecanismos de controlo de acessos

O combate à fraude no acesso aos transportes públicos e a necessidade de conhecer os fluxos, muitas vezes em tempo real, tem feito os operadores convergirem para sistemas de controlo de passageiros baseados em torniquetes. Estes dispositivos proporcionam máximo conforto ao passageiro e garantem vantagens na gestão e segurança do sistema de transportes. Entre outras funcionalidades permitem o conhecimento rigoroso dos fluxos origem/destino dos passageiros e consequentemente realizar projecções de procura mais fiáveis que poderão levar a um planeamento mais realista (Porto, 2004).

Figura 5.29. Metropolitano de Lisboa - Mecanismos de controlo de acessos (Fotografia do autor)

Na memória descritiva do projecto de execução da estação de Queluz-Belas estava prevista a introdução de torniquetes. O afunilamento nos acessos da estação de Mercês também sugere uma preparação da estrutura para este cenário. Já no piso inferior de Queluz-Belas essa preocupação não parece tão obvia porque os acessos introduzem o fluxo de passageiros directamente no caminho preferencial utilizado pelos peões que utilizam esta passagem inferior para passar a linha. Por esta razão, e porque a introdução de torniquetes implica algumas alterações arquitectónicas, não foi analisada esta possibilidade no piso inferior.

Os torniquetes ou dispositivos similares de controlo de acesso causam naturais constrangimentos ao fluxo de passageiros. Têm que ser abordados numa perspectiva de dimensionamento com a cautela necessária para evitar longas filas de espera.

Adoptando um sistema semelhante ao utilizado no Metropolitano de Lisboa, facilitaria a integração tarifária. Paralelamente os passageiros da Área Metropolitana já estão familiarizados com este sistema. Foi analisada a eventual introdução de controlo de acesso nas estações. O dispositivo base em uso no Metropolitano de Lisboa é composto por uma caixa onde se procede à validação magnética ou mecânica do título de transporte e por um canal com duas portas que se abrem

imediatamente, após o título de transporte ter sido validado com sucesso. A caixa tem 0.30 metros de largura, o canal de acesso 0.65 metros de largura, o que perfaz uma largura total de 0.95 metros.

Durante algumas horas, foi analisada a ponta da manhã e da tarde do fluxo de passageiros na estação de Metropolitano de Entrecampos e Sete Rios. Verificou-se que um passageiro que proceda à validação mecânica demora entre 5.30 segundos a 7 segundos a transpor o torniquete. Se a validação for magnética demora entre 3 a 4 segundos. Assim, com validação mecânica e admitindo o valor de 6 segundos por passageiro, este mecanismo permite um fluxo de 10 passageiros/minuto. Com validação magnética será possível um fluxo de 17 passageiros/minuto admitindo que cada um demora 3.50 segundos para a validação.

Considerando o piso superior da estação de Queluz-Belas, admitiu-se que todos os passageiros fariam validação magnética num sistema semelhante ao do Metropolitano de Lisboa, quer no sentido de Sintra (onde o fluxo máximo registado foi de 26.0 passageiros/minuto) quer no sentido de Lisboa (onde o fluxo máximo registado foi de 24.0 passageiros/minuto). O espaço disponível permite a colocação de três torniquetes para cada sentido, com as dimensões indicadas. Um quarto torniquete incluiria um canal mais largo que permitisse a passagem de carros de bebé e de passageiros com mobilidade reduzida, deslocando-se em cadeiras de rodas. Neste cenário, não se considerando este canal especial, a admissão de passageiros seria de 51 passageiros/minuto. Admite-se que não surgirão problemas para os fluxos de ponta. No entanto, há que atender que nem todos os passageiros fariam validação magnética e que mesmo os que fizessem, poderiam ser mais lentos ou ter dificuldade em efectuar a leitura do título de transporte.

No caso das Mercês, os fluxos obtidos são totais por sentido, pelo que admitindo igual repartição por cada um dos dois acessos obteve-se, no máximo, 5.5 passageiros/minuto. A maior largura na entrada dos acessos permite a colocação de 5 torniquetes acrescido de um canal especial semelhantes aos do Metropolitano de Lisboa. Neste cenário, excluindo o canal especial, o fluxo possível poderia atingir 86 passageiros/minuto em cada acesso ou 172 passageiros/minuto por cada plataforma. Apesar dos fluxos possíveis com torniquetes superarem amplamente os fluxos registados, será necessária uma análise de filas de espera. Esta análise teria como objectivo perceber as condições em que se acumulariam passageiros que comprometessem o nível de serviço das zonas de espera ou se a validação seria suficientemente rápida. Importa ter presente que numa estação ferroviária, em particular, nas plataformas de chegadas, os passageiros tentam aceder simultaneamente à saída e em grupos numerosos.

Admite-se que salvaguardadas as zonas de espera, a introdução de torniquetes não deverá alterar as condições de circulação.

6. Conclusão e proposta para trabalhos futuros

A nível administrativo, Lisboa não possui características de uma Megacidade. Do ponto de vista da dinâmica económica e social, o comportamento é semelhante ao de outras Megacidades já estabelecidas. Verifica-se dependência dos concelhos limítrofes face à cidade-mãe. Em particular, o concelho de Sintra que foi estudado através das estações ferroviárias de Queluz-Belas e Mercês, mostra de forma notória características dos movimentos pendulares.

Como se trata de uma Mega-Lisboa, a preferência para os transportes colectivos de passageiros deverá ser dada aos transportes ferroviários em via dedicada. De entre as diferentes opções neste modo de transporte são evidentes as elevadas capacidades de carga, frequência e independência face a factores externos e congestionamento automóveis. No inicio do século XIX, o transporte ferroviário assumiu na Área Metropolitana de Lisboa um papel importante. Para que este modo se afirme definitivamente e se possa apresentar mais atractivo são necessários investimentos.

Actualmente existe uma circular ferroviária na cidade de Lisboa entre Alcântara, Campolide, Entrecampos e Santa Apolónia, mas não existe uma circular ferroviária em toda a Área Metropolitana de Lisboa. A possibilidade de ligação do eixo Norte-Sul à margem Sul através de uma terceira travessia no Tejo que culminaria no actual troço Setúbal/Pinhal Novo – Lisboa constituiria uma primeira circular ferroviária para toda a Área Metropolitana. Também ao nível técnico o isolamento da linha de Cascais e dos metropolitanos de Lisboa e Sul do Tejo inviabilizam novas opções de famílias e exploração de novos mercados pelo elevado número de operadores dificultando as deslocações na Área Metropolitana de Lisboa.

O sucesso de um sistema de transportes só é possível com o contributo equilibrado de todos os modos e operadores. Durante anos, o objectivo dos operadores da AML era a concretização das suas receitas e não a prestação de um serviço de qualidade integrado. Nesse cenário as estratégias de expansão e de oferta eram definidas isoladamente para cada modo e meio de transporte. Embora o objectivo fosse a maximização das receitas e dos lucros, na realidade, observava-se um desperdício de recursos, que se traduzia em eventualmente em sobrecustos financeiros e económicos. A rede de transportes complementar ao modo ferroviário desenvolve-se de forma a competir com este o que denota falta de coordenação e de cooperação entre os operadores. A Linha Azul do Metropolitano será em breve explorada até à Reboleira ligando esta estação ferroviária aos Restauradores em paralelo com a linha de Sintra. Grande parte do fluxo da Linha Azul deve-se hoje ao encerramento do Túnel do Rossio. Também a Linha Vermelha é paralela ao Eixo Norte-Sul, embora a sua localização e ligação a Campolide lhe confira características de primeira circular. Só as Linhas Verde e Amarela do Metropolitano de Lisboa constituem radiais na cidade completando a oferta ferroviária.

Outros exemplos de opção por posições concorrenciais ocorrem na Linha de Sintra. Os operadores rodoviários de transporte colectivo, principal opção complementar ao transporte ferroviário na maioria das estações, colocam carreiras com percursos paralelos ao ferroviário ligando, em muitos casos, apenas as estações ferroviárias. Seria de esperar que esses operadores procurassem também novos mercados em regiões mais afastadas das estações ferroviárias, melhorando a mobilidade da AML, por exemplo, assegurando o fecho da malha ferroviária ligando

Queluz-Belas à linha de Cascais. No caso de Queluz-Belas e de Mercês são claros os objectivos de competição entre o transporte público rodoviário e ferroviário, ao invés de complementaridade. Recorde-se, por exemplo, a existência de uma carreira, dita suburbana, entre a estação de Queluz-Belas e Lisboa (Marquês do Pombal).

Também se devem privilegiar soluções de complementaridade entre o transporte particular e o modo ferroviário, gerando oferta com características que permitam ao passageiro optar naturalmente pelo transporte colectivo. Nesse contexto já existem parques de estacionamento junto das estações ferroviárias. No caso de Queluz-Belas, as suas dimensões parecem ser insuficientes para dar resposta a uma potencial procura. Em Mercês, o estacionamento é mesmo feito nas vias existentes congestionando o tráfego nas imediações da estação. A falta de um sistema tarifário integrado com o comboio, na linha de Sintra, não constitui incentivo à utilização do transporte colectivo. Em Lisboa, a inexistência de uma intermodalidade adequada, em alguns dos pontos principais da cidade, constitui um entrave à utilização do transporte colectivo. A estação do Oriente foi a primeira e é a única infra-estrutura pensada, desde o primeiro dia, para facilitar a intermodalidade agregando diferentes modos de transporte. Nas ligações com o modo ferroviário, na cidade de Lisboa, são recorrentes os longos túneis de ligação entre o metropolitano e a estação ferroviária. É o caso, por exemplo, de Entrecampos e de Sete-Rios. A estação ferroviária de Sete-Rios estabelece a ligação com a estação do Metropolitana do Jardim Zoológico, ora ambas as estações estão na mesma zona embora tenham uma diferente designação, o que poderá causar confusão ao passageiro ocasional. Em Roma-Areeiro não existe ligação entre o Metropolitano no Areeiro e a estação ferroviária. As entidades gestoras dos respectivos espaços não se entenderam quanto à construção de uma galeria subterrânea. O caminho é feito a pé, pela rua e à mercê das condições atmosféricas. Do lado da estação de Metropolitano de Roma, existe um longo corredor sobre o traçado ferroviário que, mesmo assim, não confere ligação directa.

Para além da ineficiência nos transbordos e nas correspondências, na cidade de Lisboa, a rede de transportes complementar ao modo ferroviário tem uma cobertura urbana muito positiva. Apesar do operador rodoviário de transporte colectivo urbano não resistir à tentação de privilegiar carreiras paralelas ao eixo Norte-Sul e ao Metropolitano, a CARRIS cobre cerca de 60% da cidade, em menos de 15 minutos, partindo de Entrecampos, Sete Rios, Areeiro ou Oriente, excluindo-se apenas a zona ocidental. Ficam garantidas as condições adequadas para que o passageiro proveniente do modo ferroviário perca pouco mais de 15 minutos para chegar ao seu destino, no interior da cidade. O mesmo cenário acontece com o Metropolitano onde as estações de interface são pelo menos uma em cada linha o que permite igualmente uma adequada cobertura da cidade em menos de 15 minutos. Aliado a este facto está o do traçado do Metropolitano ser radial à Baixa Pombalina sendo acessível, por qualquer uma das linhas, dentro desta janela temporal.

Olhando para a oferta comercial da linha de Sintra, não se pode descurar a reabertura do troço ferroviário entre Benfica e Rossio, no início de 2008. Reentrará em funcionamento a estação onde mais passageiros passam na Área Metropolitana de Lisboa. Inevitavelmente este cenário conduzirá a um ajustamento das famílias de comboios e leva a um privilégio das ligações para esta estação o que alterará o comportamento actual seguido pelos passageiros. Quem hoje tem que ir até Sete-Rios

e aí utilizar o metropolitano até aos Restauradores passará a ganhar 15 minutos de viagem com a reabertura da estação do Rossio. Previsivelmente, os picos máximos de fluxo sofrerão alterações e ocorrerão mais tarde. É de esperar que muitos passageiros regressem ao comboio, em particular se forem retomadas as famílias semi-directas que colocavam Sintra a 30 minutos de Lisboa. Uma análise de fluxos, após a reabertura da estação do Rossio, semelhante à aqui apresentada, permitirá avaliar o impacto dessa estação na linha de Sintra e na evolução diária de fluxos.

O conhecimento dos fluxos principais ao longo do dia no contexto da grande área suburbana de Lisboa permitirá actuar eficientemente sobre o sistema de transportes e analisar a adequação das infra-estruturas disponíveis. A definição de horas de ponta assume um papel importante nesse contexto. Fazendo esta análise a partir das estações suburbanas, situadas na periferia de Lisboa, e analisando as horas de partida preferenciais será possível estabelecer um perfil do passageiro, que embora muito simplificado, é útil para definir modelos de funcionamento.

Os dados sugerem que a maioria dos utilizadores da linha de Sintra partem para Lisboa em horários que se coadunam com empregos na área dos serviços e com as escolas e universidades. Será possível afirmar com alguma segurança que serão essas as motivações principais dos passageiros de Queluz-Belas e Mercês. O facto de Lisboa possuir um mercado de trabalho sobretudo assente no sector terciário, reforça essa conclusão. Os horários de ponta identificados são os característicos de uma Megacidade, ou seja, de manhã ocorrem no sentido da cidade-mãe e, de tarde, no sentido oposto, em direcção à periferia. A oferta ferroviária disponível apresenta mais opções e frequências mais elevadas, nos períodos identificados como sendo de ponta. Apesar da proximidade de Queluz-Belas à cidade poder suscitar uma ponta intermédia relativa ao almoço, a evolução dos fluxos não permite uma identificação clara. Os ligeiros aumentos de passageiros na hora de almoço de ambas as estações podem estar relacionados com os passageiros que sejam estudantes ou empregados de turno contínuo, matinal ou vespertino.

Tendo em vista ganhos de eficiência, os horários de ponta da oferta ferroviária poderiam ser ligeiramente reduzidos em particular, de manhã. A exploração começa cerca das 6h. Mas só uma hora depois se verificam os primeiros fluxos que foram considerados de “ponta” na análise efectuada. Fora destes períodos a oferta ferroviária parece ser excessiva em Queluz-Belas, comboios de 10 em 10 minutos para 11 passageiros/minuto no sentido de Lisboa. Já em Mercês uma frequência de 20 minutos parece aceitável para um fluxo de 5 passageiros/minuto no sentido de Lisboa. No entanto é necessário ter presente que a redução das frequências das circulações implica uma degradação do serviço que poderá conduzir ao desinteresse dos potenciais passageiros. Para além disso, esta análise não pode ser efectuada individualmente, devendo a carga ser efectuada em toda a linha ou rede.

Dada a evidência de que os passageiros da linha de Sintra se destinam maioritariamente a Lisboa, a adopção de soluções com famílias semi-directas poderia ser uma solução interessante para redução de tempos de viagem e para assegurar uma maior qualidade na oferta. Aos fins-de-semana, os fluxos não apresentam quaisquer períodos de ponta mantendo-se sensivelmente constantes ao longo do dia. A oferta é igual em ambas as estações estudadas ao longo do dia, no período analisado, com uma frequência de 15 minutos com 8 passageiros/minuto em Queluz-Belas e

3 passageiros/minuto em Mercês. A aplicação de famílias semi-directas e a utilização de uma das duas famílias de comboios só em parte do percurso seriam as soluções que poderiam permitir o esquema de frequências indicado. Mais uma vez, uma alteração de frequências do serviço terá que ter em consideração os aspectos já referidos.

A diferença entre os fluxos registados e as adequações à oferta entre os dias úteis e de fim-de-semana ficou estabelecida com os estudos efectuados. É evidente que a oferta terá que se reger por pressupostos diferentes e privilegiar destinos mais próximos de equipamentos de lazer ao fim-de-semana. A adopção de uma família Sintra-Oriente/Alverca, ao fim-de-semana, parece ser adequada mas tem, em parte do percurso, as mesmas paragens que a família Sintra-Areeiro. Para evitar degradação do serviço devido às menores frequências poder-se-iam alterar as leis de paragem destas famílias, com apenas uma delas a efectuar paragem em todas as estações. Um comboio de carácter suburbano não tem de parar inevitavelmente em todas as estações.

Uma melhor adequação da oferta vs. procura poderá ser conseguida de duas formas: por um lado, procedendo à análise de fluxos de passageiros em todas as estações da linha de Sintra, de forma análoga, à apresentada neste estudo e eventualmente elaborando inquéritos origem/destino. Seria possível dessa forma estabelecer uma matriz O/D e perceber quais as estações preferenciais, o que parece ser sobretudo útil ao fim-de-semana onde há menos passageiros. Por outro lado, o registo poderia ser feito a bordo dos comboios com o inconveniente de que os registos estariam sempre condicionados às leis de oferta da altura das recolhas.

São também patentes as diferenças entre as estações analisadas. Mercês, mais afastada, apresenta menor fluxo de passageiros. Queluz-Belas, mais próxima de Lisboa, apresenta maiores fluxos. Mercês será uma estação da periferia suburbana e portanto menos susceptível à atracção de Lisboa ao contrário de Queluz-Belas situada mais na periferia urbana. Por outro lado, esta situação leva a crer que para distâncias mais elevadas a Lisboa, a adopção do transporte individual é mais vantajosa porque os tempos de viagem em transporte colectivo são maiores. Esta constatação sustenta a importância das famílias semi-directas a partir dos destinos mais afastados que permitam reduzir tempos de viagem. O facto do estacionamento em Mercês ser complicado não parece constituir um atractivo à utilização de transporte colectivo.

Como complemento ao trabalho apresentado e como proposta de investigação para trabalho futuro, sugere-se a análise do fluxo de passageiros nas estações de Amadora e de Algueirão/Mem-Martins. No caso de Amadora, a posição da estação ferroviária no interior cidade e a eventual atracção de Lisboa poderá gerar fluxos, com comportamentos diferentes dos analisados. Algueirão/Mem-Martins é a estação central da freguesia que mais população tem no país. Seria interessante analisar a influência de Sintra e a utilidade da existência de duas estações na freguesia. Actualmente, dados os fluxos registados, uma boa rede urbana de autocarros parece ser suficiente para justificar a não existência da estação de Mercês. No entanto, numa perspectiva a médio e longo prazo, considerando a expansão do lugar da Tapada de Mercês, a estação poderá ser útil. Para além das questões particulares inerentes a cada uma das freguesias julga-se haver o interesse em conhecer os fluxos em toda a linha de Sintra e, dessa forma, poder ajustar a oferta mais

eficientemente à procura. Pelo que esta análise extensível a todas as restantes estações seria útil ao operador ferroviário.

Conforme se procurou pôr em evidência, a análise de fluxos é dinâmica, evoluindo no tempo. Em diferentes períodos sazonais poderão ocorrer diferentes comportamentos e variações diárias de fluxo apesar de não ser expectável uma alteração dramática das horas de ponta. Complementarmente à análise aqui apresentada, seria interessante efectuar uma recolha de dados noutros períodos do ano, como no Verão, onde provavelmente os volumes de passageiros seriam inferiores ou, na fase inicial do ano lectivo, em que a procura deverá ser eventualmente mais alta. Igualmente ao longo da semana poderá haver variações importantes que mereceriam ser estudadas e não a consideração genérica de um dia útil na semana ou no fim-de-semana. A influência de eventos de grande dimensão que ocorram em Lisboa poderá igualmente suscitar uma análise própria de avaliação de capacidade de resposta. Mas, só faria sentido em eventos da envergadura de uma exposição mundial como a de 1998 ou de um evento desportivo como em 2004. Caso contrário, são variações pontuais e mínimas que ocorram em períodos horários relativamente curtos.

Este conjunto de análises, semelhantes às apresentadas nos casos de estudo, poderia ainda servir de base ao trabalho de instalação de torniquetes e de fecho da rede desejada pela CP Lisboa, há alguns anos. Nesse cenário, a análise de fluxos poderia ser diária e em tempo real.

Uma última análise que este trabalho apresenta é a de níveis de serviço para os acessos das estações, recorrendo aos dados de fluxo recolhidos. Através da metodologia utilizada, baseada no HCM, ou eventualmente qualquer outra, foi possível identificar um sobredimensionamento dos acessos. Em Queluz-Belas, os acessos ao túnel de peões, no piso inferior, são a única excepção, apresentando um nível de serviço que sugere piores condições de circulação. Esta situação deve-se à existência de um único canal em cada sentido, constituído por escadas rolantes de 0.90 metros de largura bruta, por plataforma. Nos restantes acessos e para a generalidade das infra-estruturas de apoio aos passageiros, não existem problemas, existindo uma margem considerável capaz de dar resposta a fluxos anormais ou ao crescimento dos fluxos diários. A quantificação desta reserva de espaço e a identificação clara da capacidade máxima das estações, obviamente conjugada com a oferta ferroviária, constituirá uma linha de análise interessante e útil à elaboração de planos de emergência e de evacuação, por exemplo, no caso de calamidades ou actos de terrorismo.

A jusante das estações de Queluz-Belas e Mercês parece não haver problemas no sistema de transportes para dar resposta às expectativas dos passageiros. Lisboa está bem coberta pelas diferentes redes de transportes públicos e, os tempos de percurso são razoavelmente reduzidos, a partir das estações ferroviárias de Sete-Rios, Entrecampos, Areeiro e Oriente. As dificuldades existem na intermodalidade entre o transporte individual e o colectivo nas estações e na disponibilização de ofertas capazes de solidificar o mercado existente e abranger novos mercados, em particular, dos potenciais passageiros que privilegiam ainda o transporte particular. Nesse sentido, a adopção de uma oferta ferroviária mais vocacionada para os tempos de viagem mais curtos e em estreita complementaridade com o transporte rodoviário nas estações suburbanas poderão representar um caminho interessante de captação de passageiros ao transporte individual.

A ineficácia do sistema de transportes na Área Metropolitana de Lisboa poderá estar nos pontos de correspondência que não apresentam a configuração adequada. Por outro lado a insistência na lógica de concorrência ao invés de complementaridade contribui para uma imagem desfavorável do transporte colectivo. Globalmente Queluz-Belas e Mercês servem o passageiro nas condições de conforto e de segurança adequadas. Como existe ainda desentendimentos operacionais entre os operadores da AML, o uso do comboio não tem sido potenciado ao contrário do que acontece noutras cidades europeias e mundiais onde o transporte ferroviário urbano e suburbano se tem expendido de forma cativante para o utente.

Bibliografia

AML (2007) – Área Metropolitana de Lisboa através de www.aml.pt consultado em Abril 2007

AMORIM, O. (2007); *Transporte de Passageiros na cidade de Lisboa – Factores de Sucesso para o Transporte Ferroviário – CP Lisboa*; Comunicação na Sessão subordinada ao tema: "Transporte Colectivo de Passageiros na Área Metropolitana de Lisboa" promovida pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; Lisboa

BELSON, K. (2004); *Sidewalk Smackdown. No, You Can't Walk and Talk at the Same Time*; New York Times; 29 August 2004, late edition: sec 4:7.

BENZ, G. (1986); *Pedestrian Time-Space Concept, A New Approach to the Planning and Design of Pedestrian Facilities;* Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc.

BOWMAN, B.; VECELLIO, R. (1994); *Pedestrian Walking Speeds and Conflicts at Urban Median Locations* Transport Research Record

BRITO, M. (1999); *O Transporte suburbano de Lisboa. Sinopse do plano de negócios*; FER XXI, n.º 17, pp. 37-46; ADFER; Lisboa

CARRIS (2007) – Companhia de Carris de Ferros de Lisboa através de www.carris.pt consultado em Julho de 2007

CP (2007) – CP Lisboa através de www.cp.pt consultado em Abril 2007

Crowddynamics (2007) – www.croddydinamics.com consultado em Julho 2007, última atomização em 7 de Fevereiro de 2007

DARGENT, G. (1999); *O transporte público, o transporte individual e o equilíbrio urbano*; Comunicação no 1º Congresso Nacional do Transporte Ferroviário promovida pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; FERXXI, Edição Especial – Volume 1, pp. 61-63; Lisboa

DOURADO, A. (2007); *Transporte de Passageiros na cidade de Lisboa – FERTAGUS: Um exemplo na ligação entre as duas margens do rio Tejo*; Comunicação na Sessão subordinada ao tema: "Transporte Colectivo de Passageiros na Área Metropolitana de Lisboa" promovida pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; Lisboa

FRUIN, J. (1971); *Pedestrian – Planning and design*; Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc.; New York

FRUIN, J. (1987); *Pedestrian – Planning and design (Revised Edition)*; Elevator World, INC; Estados Unidos da América, Alabama

GAIVOTO, C. (2000); *A complementaridade do modo eléctrico na economia das deslocações urbanas e periurbanas*; Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Transportes; Instituto Superior Técnico; Lisboa

GIBSON, J. (1960); *The perception of the visual world*; Houghton Mifflin Company, Boston Riverside Press, Cambridge

HALL, E. (1966); *The hidden dimensions*; Doubleday and Company Inc.; New York

HCM (1985); Transportation Research Board (1985); *Highway Capacity Manual*; Washington DC; Transportation Research Board; National Research Council

HOOGENDOORN, S. (2004); *Pedestrian Flow Modeling by Adaptive Control"*; Transportation Research Board Annual Metting

IGEOE (2007) – Instituto Geográfico do Exército através www.igeoe.pt consultado em Agosto de 2007, última actualização 3 de Agosto de 2007

INE (2007) – Instituto Nacional de Estatística através de www.ine.pt consultado em Maio de 2007 e citado pelas Juntas de Freguesia de Queluz e Algueirão/Mem-Martins

JACOB, J. (2007); *Transporte de Passageiros na cidade de Lisboa – Metropolitano de Lisboa*; Comunicação na Sessão subordinada ao tema: "Transporte Colectivo de Passageiros na Área Metropolitana de Lisboa" promovida pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; Lisboa

KHISTY, C. (1994); *Evaluation of pedestrian facilities: beyond the Level-of-Service Concept"*; Transportations Research Board

KNOBLAUCH, R.; PIETRUCHA, Martin T.; NITZBURG Marsha (1996); *Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-up Time*; Transportation Research Record

LEOCÁDIO, A; LOUSADA, T. (1999); *A integração dos serviços como factor de atractividade da oferta do transporte de passageiros*; Comunicação no 2º Congresso Nacional do Transporte

Ferroviário promovida pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; FERXXI, Edição Especial – Volume 1, pp. 71-76; Lisboa

MARTINS, C. (1999); *Das interfaces aos Pólos Urbanos Intermodais*; FER XXI, n.º 19, pp. 79-82; ADFER; Lisboa

New York City Department of City Planning (2006); *New York City – Pedestrian Level of Service Study – Phase I;* New York City Department of City Planning – transport Division; New York

METRO LISBOA (2007) – Metropolitano de Lisboa através de www.metrolisboa.pt consultado em Maio de 2007

MILER, J., JEREMY, A.. and GARBER, N. (2000); *Calibrating Pedestrian Level-of-Service Metrics with 3-D Visualization*; Transportations Research Record

PEREIRA, J. P.; REIS, T.; MINEIRO, R. (2004); *Análise da Acessibilidade na AML – o corredor Torres Vedras – Malveira Loures*; FER XXI, n.º 29, pp. 101-111; ADFER; Lisboa

PEREIRA, J. P. (2004); *Alguns comentários sobre a acessibilidade à cidade de Lisboa*; FER XXI, n.º 29, pp. 89-99; ADFER; Lisboa

PINELA, J. (2002); *Estação Ferroviária de Queluz/Belas*; FER XXI, n.º 23, pp. 25-28; ADFER; Lisboa

PORTO, J. (2004); *O Transporte Público nas Áreas Metropolitanas: evolução e perspectivas*; FER XXI, n.º 29, pp. 100-106; ADFER; Lisboa

PRIETO, C.; CEREJEIRA, M. (2003); *À procura do cliente;* Comunicação no 4º Congresso Nacional do Transporte Ferroviário subordinada ao tema "A Mobilidade e o Transporte Metropolitano e Regional" promovido pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; FERXXI, Edição Especial – Volume 2, pp. 103-110; Julho 2003; Lisboa

PSUHKAREV, B.; ZUPAN, J. (1975); *Urban Space for Pedestrians: a report of the regional plan Association*, MIT Press: Cambridge, Massachusetts

RODRIGUES, J. (1999); *Sistemas de Transporte e Mobilidade em Área Metropolitanas*; Comunicação no 2º Congresso Nacional do Transporte Ferroviário promovido pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; FERXXI, Edição Especial – Volume 2, pp. 93-96; Lisboa

RODRIGUES, J. (2007); *Transporte de Passageiros na cidade de Lisboa - Carris*; Comunicação na Sessão subordinada ao tema: "Transporte Colectivo de Passageiros na Área Metropolitana de Lisboa" promovida pela ADFER – Associação Portuguesa para o Desenvolvimento do Transporte Ferroviário; Lisboa

SALGADO, C. (2002); *Modernização da Linha de Sintra*; FER XXI, n.º 23, pp. 15-24 ADFER; Lisboa; Janeiro

SARKAR, S. (1993); *Determination of Service Levels for Pedestrians, with European Example*; Transportations Research Record.

SCOTTURB (2007) – Scotturb, Transportes Urbanos através de www.scotturb.pt consultado em Julho de 2007, última actualização em Julho de 2007

TEIXEIRA, P. (2006); *Caminhos de Ferro*; Diapositivos de apoio às aulas de Caminhos de ferro; Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa; Lisboa

URBAN TRANSPORT BENCHMARKING INITIATIVE (2007) – Urban Transport Benchmarking Initiative através de www.transportbenchmarks.org consultado em Agosto de 2007, última actualização 18 de Setembro de 2006

VIMECA (2007) – Vimeca Transportes, Viação Mecânica de Carnaxide através de www.vimeca.pt consultado em Julho de 2007

WHYTE, W. (1988); *City, Rediscovering the Center*; Doubleday; New York

Anexos

ANEXO 1

Contagem de passageiros na estação de Queluz-Belas

Dia útil 8 de Março de 2007			
Hora	Plataforma Ascendente (Sintra)	Plataforma Descendente (Lisboa)	TOTAL
7:00	104	314	418
7:15	147	496	643
7:30	131	489	620
7:45	141	688	829
8:00	165	573	738
8:15	151	550	701
8:30	135	541	676
8:45	86	508	594
9:00	127	436	563
9:15	91	411	502
9:30	130	318	448
9:45	124	274	398
10:00	104	233	337
10:15	92	243	335
10:30	115	185	300
10:45	68	166	234
11:00	142	176	318
11:15	103	149	252
11:30	115	151	266
11:45	151	187	338
12:00	98	125	223
12:15	128	135	263
12:30	175	146	321
12:45	167	159	326
13:00	91	191	282
13:15	157	213	370
13:30	171	178	349
13:45	210	166	376
14:00	127	166	293
14:15	149	163	312
14:30	97	189	286
14:45	156	204	360
15:00	112	147	259
15:15	189	157	346
15:30	125	133	258
15:45	239	152	391
16:00	147	109	256
16:15	196	137	333
16:30	274	126	400
16:45	326	144	470
17:00	335	137	472
17:15	362	162	524
17:30	425	182	607
17:45	469	186	655
18:00	489	151	640
18:15	404	178	582
18:30	723	183	906
18:45	632	183	815
19:00	621	181	802
19:15	372	149	521
19:30	509	143	652
19:45	305	118	423
20:00	386	68	454

Fim-de-semana 24 de Março de 2007			
Hora	Plataforma Ascendente (Sintra)	Plataforma Descendente (Lisboa)	TOTAL
7:00	50	63	113
7:15	70	152	222
7:30	98	93	191
7:45	47	140	187
8:00	68	114	182
8:15	74	167	241
8:30	78	89	167
8:45	70	147	217
9:00	70	109	179
9:15	46	137	183
9:30	93	123	216
9:45	61	124	185
10:00	83	110	193
10:15	73	120	193
10:30	151	144	295
10:45	73	111	184
11:00	85	119	204
11:15	70	96	166
11:30	116	114	230
11:45	78	107	185
12:00	140	123	263
12:15	63	86	149
12:30	140	103	243
12:45	80	101	181
13:00	120	95	215
13:15	127	122	249
13:30	172	95	267
13:45	78	120	198
14:00	160	104	264
14:15	92	160	252
14:30	146	146	292
14:45	92	128	220
15:00	120	120	240
15:15	58	113	171
15:30	146	138	284
15:45	104	128	232
16:00	143	133	276
16:15	110	126	236
16:30	171	95	266
16:45	100	108	208
17:00	170	105	275
17:15	129	129	258
17:30	221	133	354
17:45	134	123	257
18:00	214	117	331
18:15	154	141	295
18:30	161	111	272
18:45	124	129	253
19:00	295	111	406
19:15	102	120	222
19:30	207	129	336
19:45	122	138	260
20:00	174	118	292

ANEXO 2

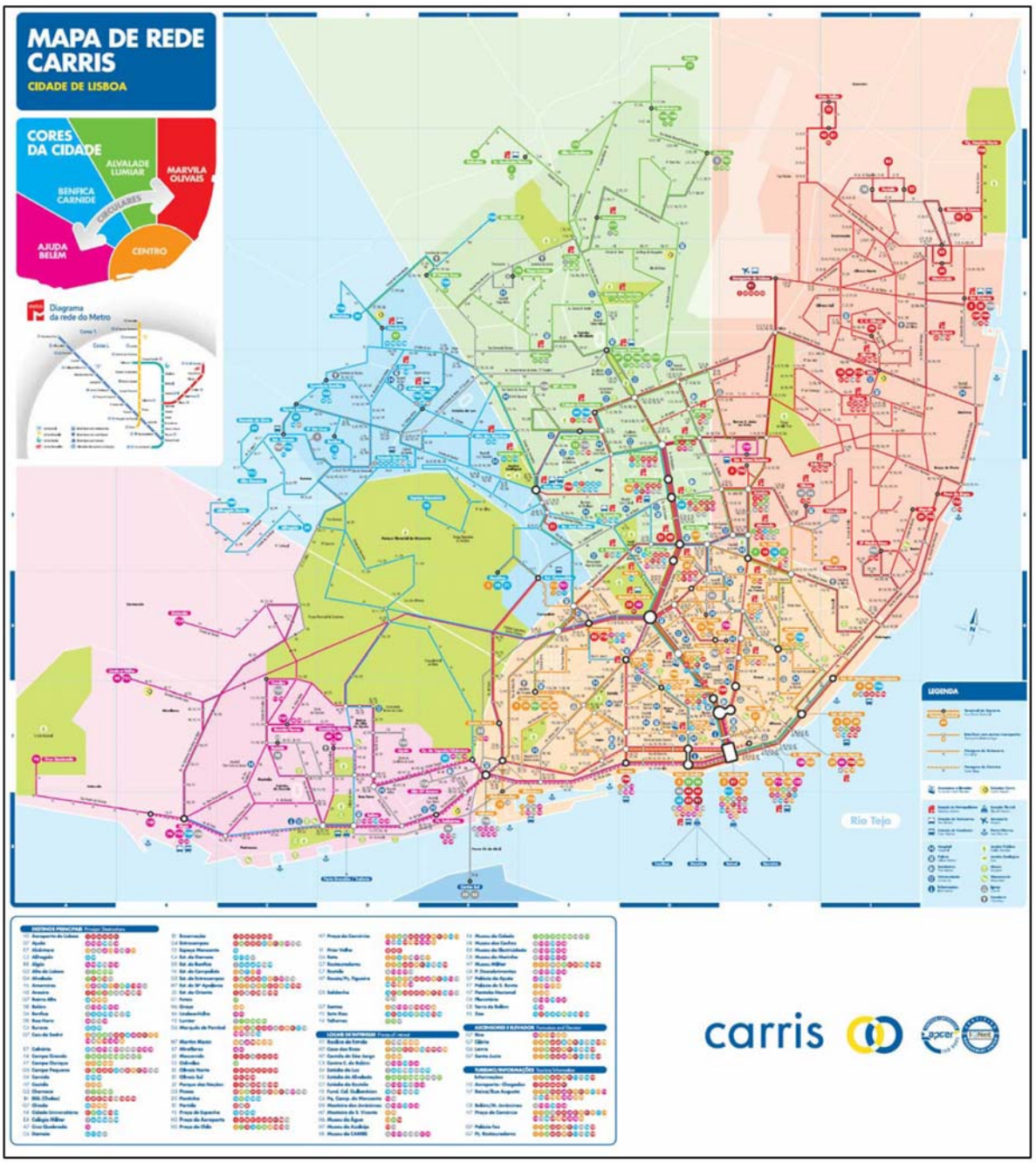
Contagem de passageiros na estação de Mercês

Dia útil 22 de Fevereiro de 2007			
Hora	Plataforma Ascendente (Sintra)	Plataforma Descendente (Lisboa)	TOTAL
7:00	39	215	254
7:15	44	338	382
7:30	83	325	408
7:45	63	439	502
8:00	73	266	339
8:15	59	264	323
8:30	102	235	337
8:45	54	214	268
9:00	62	168	230
9:15	78	123	201
9:30	77	148	225
9:45	40	115	155
10:00	36	90	126
10:15	77	86	163
10:30	21	82	103
10:45	36	47	83
11:00	67	75	142
11:15	50	71	121
11:30	84	85	169
11:45	23	37	60
12:00	92	67	159
12:15	86	78	164
12:30	72	48	120
12:45	17	118	135
13:00	81	44	125
13:15	85	112	197
13:30	108	86	194
13:45	11	48	59
14:00	115	53	168
14:15	75	56	131
14:30	85	66	151
14:45	40	50	90
15:00	80	40	120
15:15	102	63	165
15:30	99	68	167
15:45	10	44	54
16:00	120	60	180
16:15	110	66	176
16:30	123	58	181
16:45	14	62	76
17:00	226	92	318
17:15	170	86	256
17:30	268	102	370
17:45	198	110	308
18:00	156	117	273
18:15	319	114	433
18:30	278	109	387
18:45	321	61	382
19:00	147	93	240
19:15	197	85	282
19:30	201	73	274
19:45	132	45	177
20:00	207	37	244

Fim-de-semana 25 de Março de 2007			
Hora	Plataforma Ascendente (Sintra)	Plataforma Descendente (Lisboa)	TOTAL
7:00	4	13	17
7:15	30	22	52
7:30	24	20	44
7:45	19	31	50
8:00	22	40	62
8:15	10	41	51
8:30	29	27	56
8:45	23	36	59
9:00	39	28	67
9:15	30	43	73
9:30	43	50	93
9:45	66	62	128
10:00	25	62	87
10:15	53	36	89
10:30	31	41	72
10:45	37	41	78
11:00	26	38	64
11:15	33	53	86
11:30	30	45	75
11:45	46	47	93
12:00	62	43	105
12:15	48	54	102
12:30	68	81	149
12:45	55	71	126
13:00	41	84	125
13:15	62	66	128
13:30	41	59	100
13:45	48	62	110
14:00	61	64	125
14:15	71	46	117
14:30	26	63	89
14:45	45	66	111
15:00	37	43	80
15:15	86	46	132
15:30	41	56	97
15:45	69	56	125
16:00	18	48	66
16:15	75	65	140
16:30	33	73	106
16:45	64	47	111
17:00	50	50	100
17:15	71	40	111
17:30	38	35	73
17:45	82	43	125
18:00	41	66	107
18:15	59	73	132
18:30	43	40	83
18:45	59	66	125
19:00	43	49	92
19:15	51	51	102
19:30	36	61	97
19:45	82	62	144
20:00	62	27	89

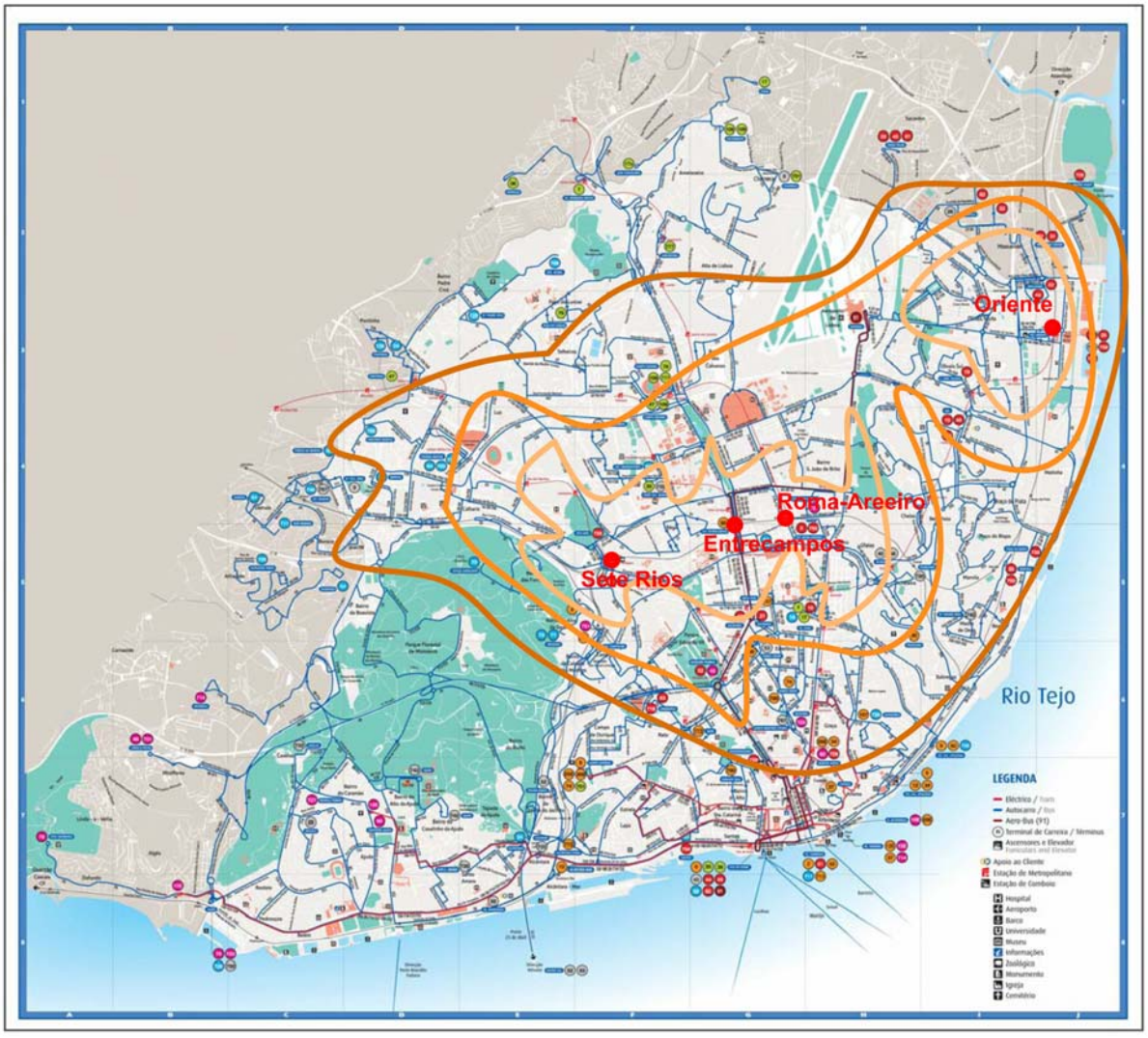
ANEXO 3

Mapa da rede da Carris (Carris, 2007)



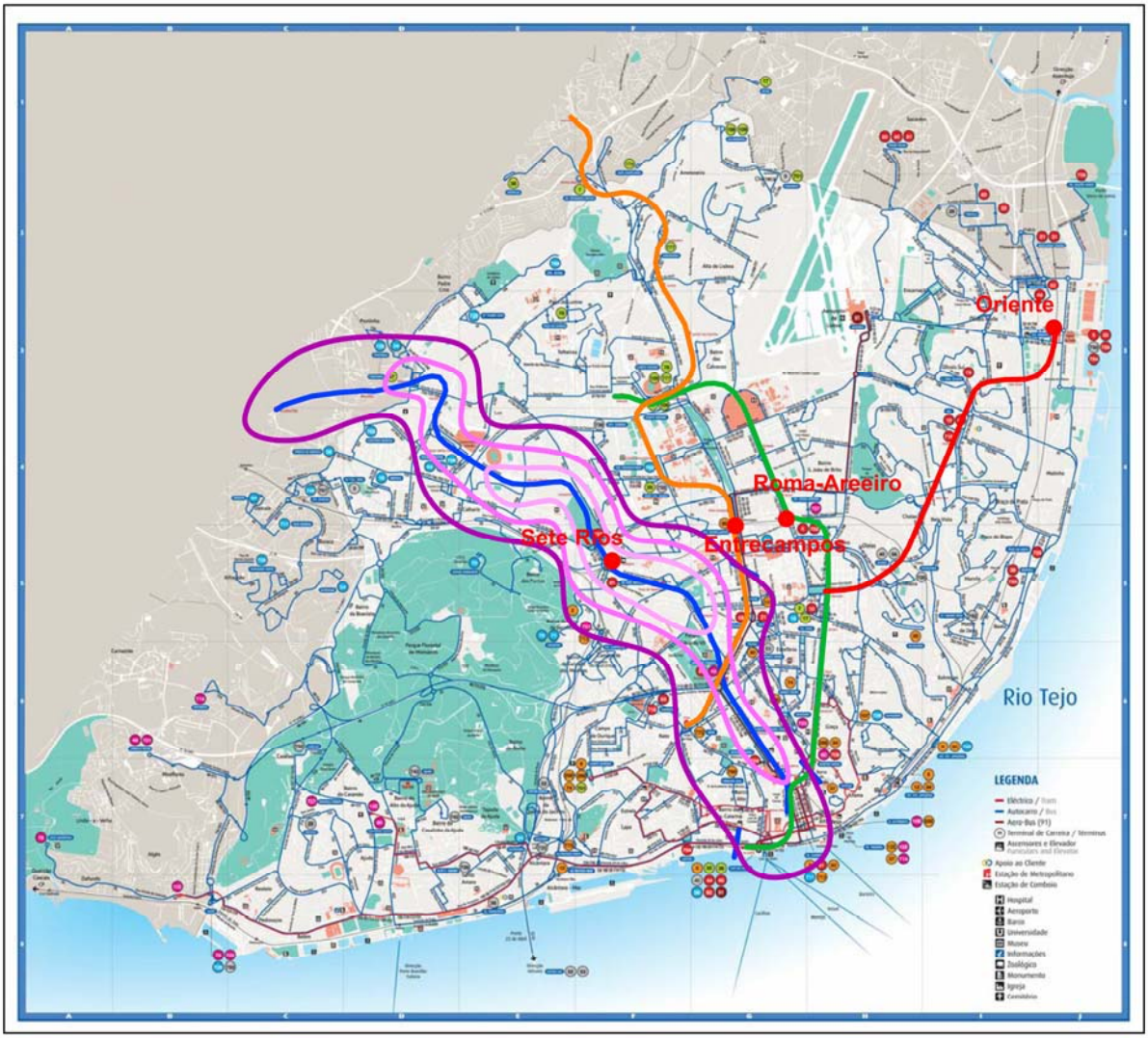
ANEXO 4

Rede rodoviária de Lisboa – Isócronas para os autocarros urbanos



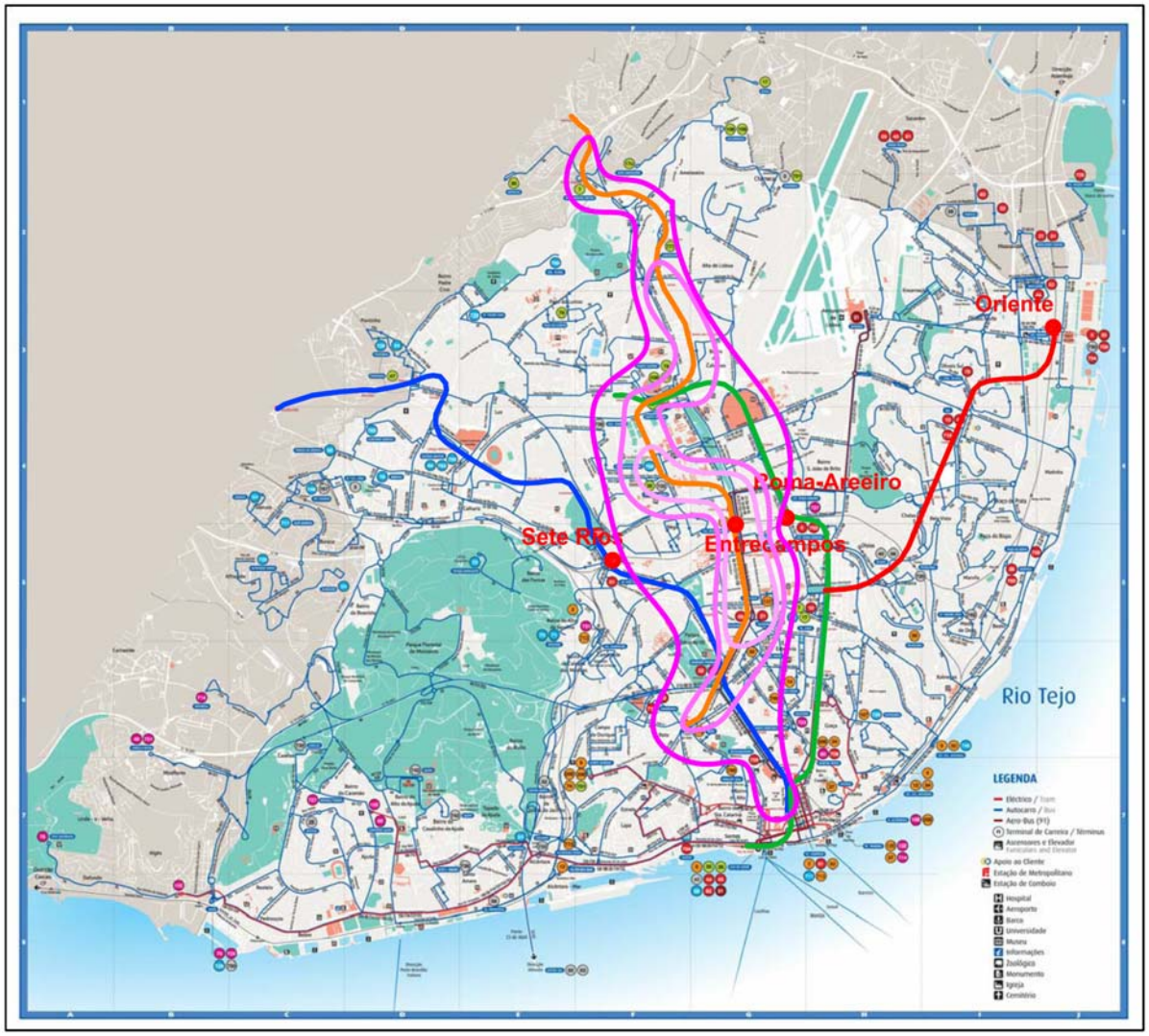
ANEXO 5

Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação de Sete-Rios



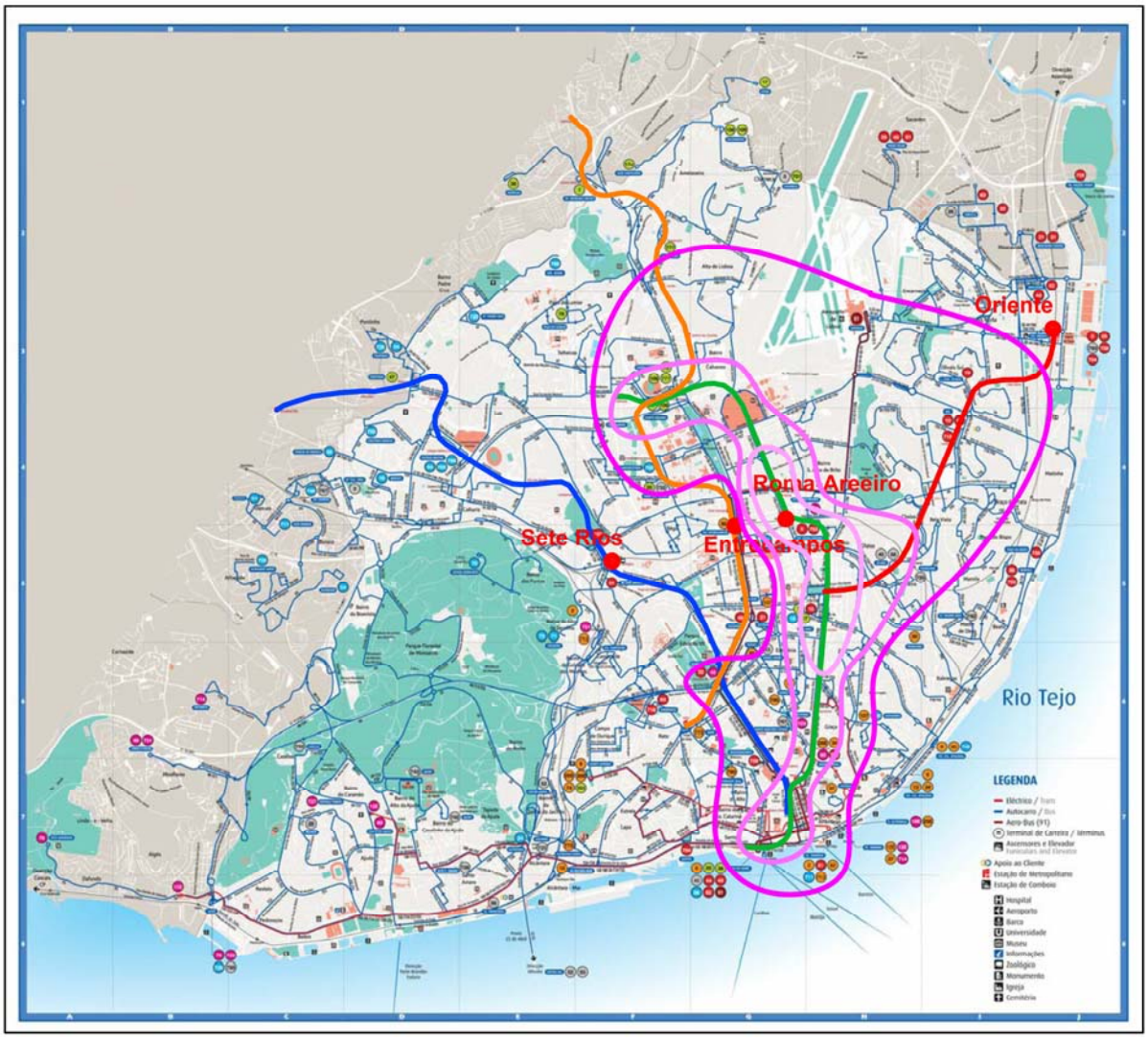
ANEXO 6

Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação de Entrecampos



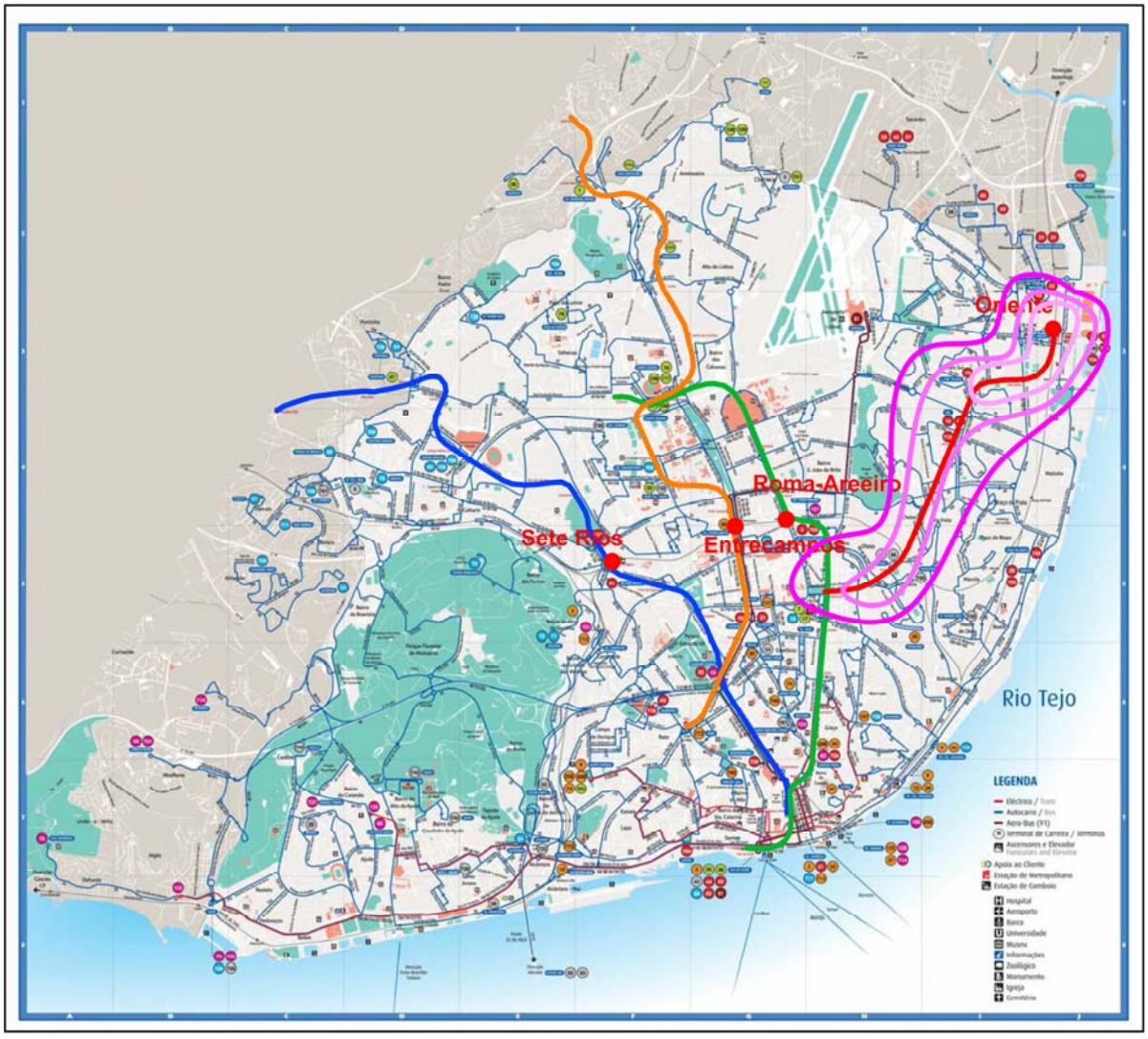
ANEXO 7

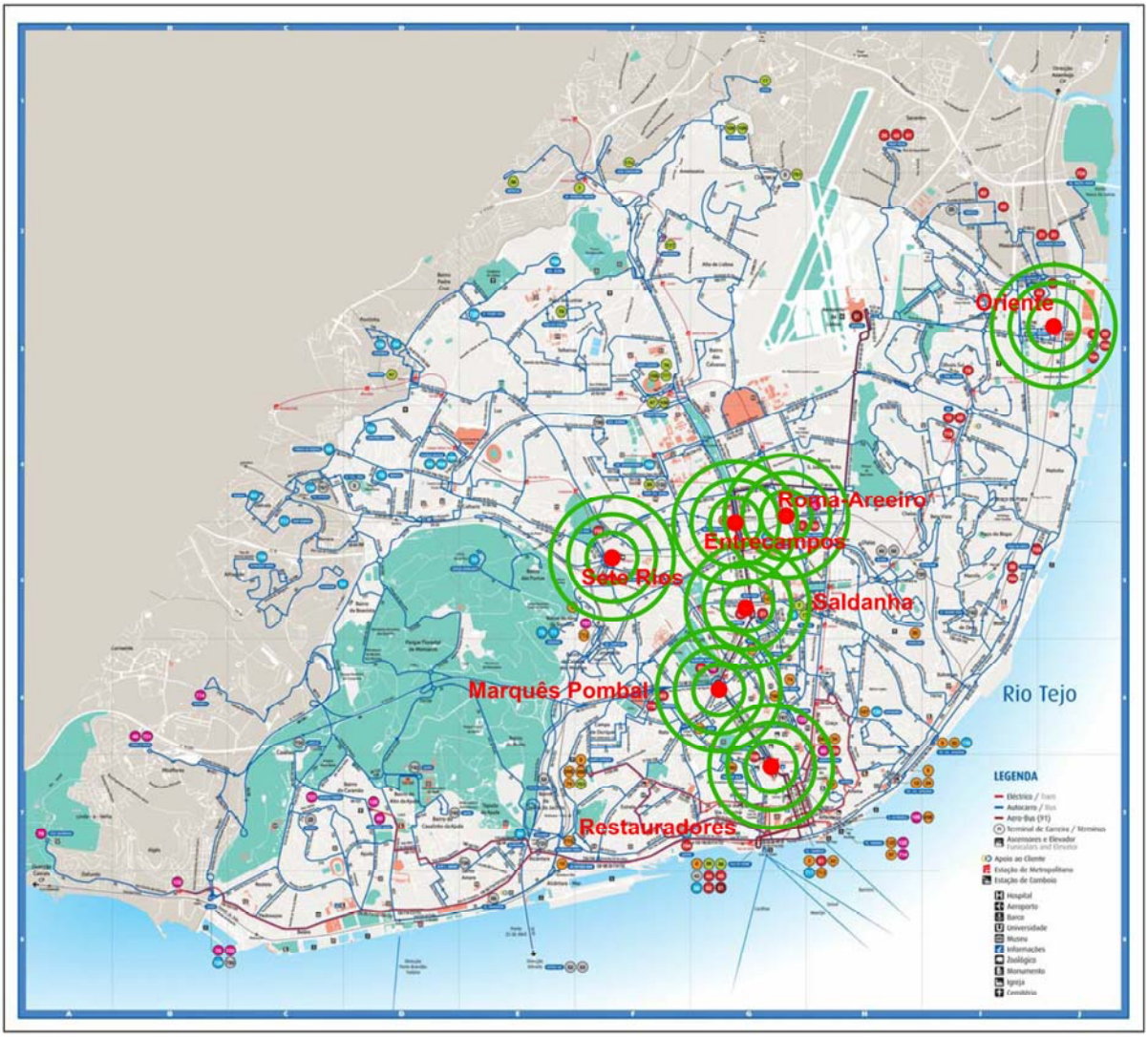
Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação de Roma-Areeiro



ANEXO 8

Metropolitano de Lisboa – Isócronas para a estação do Oriente



ANEXO 9

Lisboa – Isócronas pedonais para alguns pontos da cidade