

XI Congresso Nacional da ADFERSIT
“Os Transportes, a Energia e o Ambiente”

ESTRATÉGIAS PARA ADAPTAÇÃO DA OFERTA À PROCURA NUMA REDE DE METRO SEM GRANDES INVESTIMENTOS

Pedro Vazão de Almeida
(Engenheiro reformado)
Metropolitano de Lisboa, EP



OBJETIVO

O principal objetivo desta apresentação é a identificação das estratégias disponíveis para permitir uma melhor adaptação da oferta à procura numa rede de Metro, sem necessidade de grandes investimentos.

TEMAS A ABORDAR

- **A importância desta preocupação nos dias de hoje**
- **A necessidade de ter informação consistente e atualizada sobre a procura**
- **Ferramentas e modos de operação disponíveis numa rede de metro para permitir variar a oferta espacial ao longo de uma linha**
- **Condições para flexibilizar a oferta ao longo do dia**
- **Dimensionamento da oferta em períodos de fraca procura**
- **Condições físicas que devem estar disponíveis na rede de metro**
- **Condições necessárias ao nível do comando centralizado da rede**
- **Conclusões**

PREMÊNÇA DA OTIMIZAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DA OFERTA À PROCURA

Hoje em dia as redes de metro deparam-se com o importante desafio de assegurar a sustentabilidade da sua operação, numa envolvente de acrescidas dificuldades financeiras, tornando-se, assim, essencial assegurar uma oferta otimizada em relação à procura e, dessa forma, uma economia de recursos sem perda da qualidade de serviço.

Atingir este objetivo sem grandes investimentos, com recurso a modos mais flexíveis e eficientes de operação, poderá ser, para algumas redes de metro, o único caminho viável.

IMPORTÂNCIA DE TER INFORMAÇÃO SOBRE A PROCURA (1/2)

Uma das condições necessárias para poder, numa rede de metro, otimizar o dimensionamento da oferta é a existência de dados consistentes e atualizados sobre a procura.

Para este propósito é muito importante conhecer a variação espacial da procura, ou seja, a sua variação ao longo de cada linha.

É também essencial conhecer a variação temporal da procura, ou seja, a sua variação ao longo do dia, para os diferentes dias da semana e ao longo do ano

IMPORTÂNCIA DE TER INFORMAÇÃO SOBRE A PROCURA (2/2)

A instalação de sistemas de contagem automática de passageiros, por exemplo nas portas de acesso às carruagens ou nas barreiras de entrada e saída da zona paga nas estações (caso de redes fechadas), são meios consistentes e permanentemente atualizados de obter dados sobre a procura.

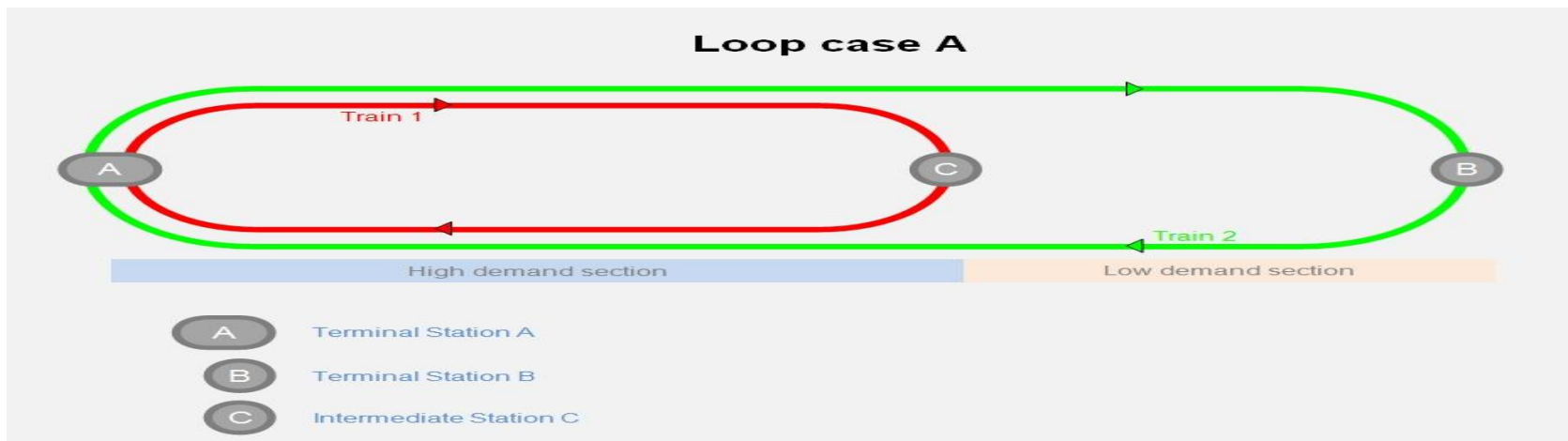
Adicionalmente, é necessário dispor de algoritmos que permitam processar sistematicamente esta informação com vista a um eficiente dimensionamento da oferta necessária.

Se não for possível dispor de sistemas de contagem automática de passageiros, as redes de metro deverão levar a cabo inquéritos de tráfego, com regularidade, para obter a informação necessária sobre a procura.

FERRAMENTAS E MODOS DE OPERAÇÃO PARA ADAPTAR A OFERTA AO LONGO DE UMA LINHA DE METRO NAS HORAS DE PONTA (1/5)

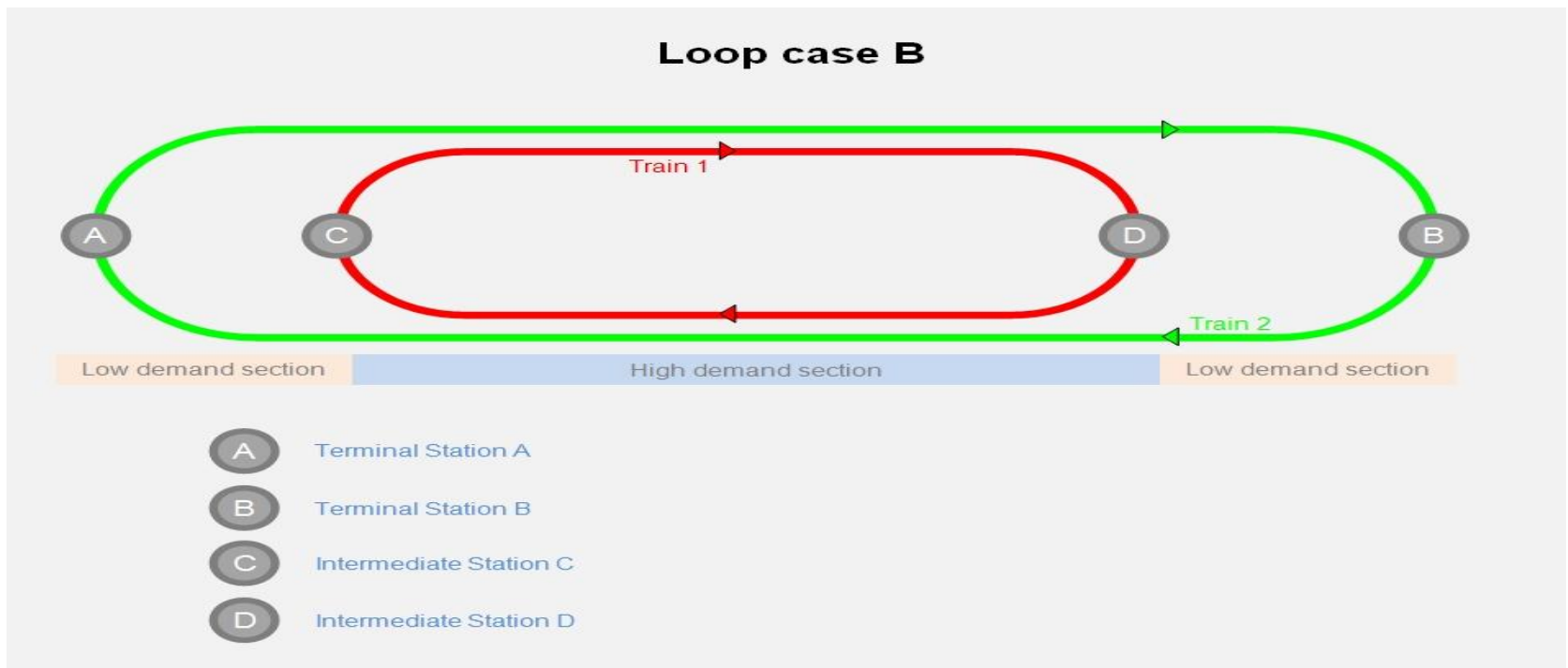
A principal ferramenta para permitir operar eficientemente uma linha com grande variação da procura ao longo dela (normalmente tráfego mais intenso na zona central e menor tráfego nas zonas periféricas) é o recurso à operação com percursos parciais e términos intermédios.

Caso A : operação com um percurso parcial entre uma estação terminal e uma intermédia no centro (ver diagrama)



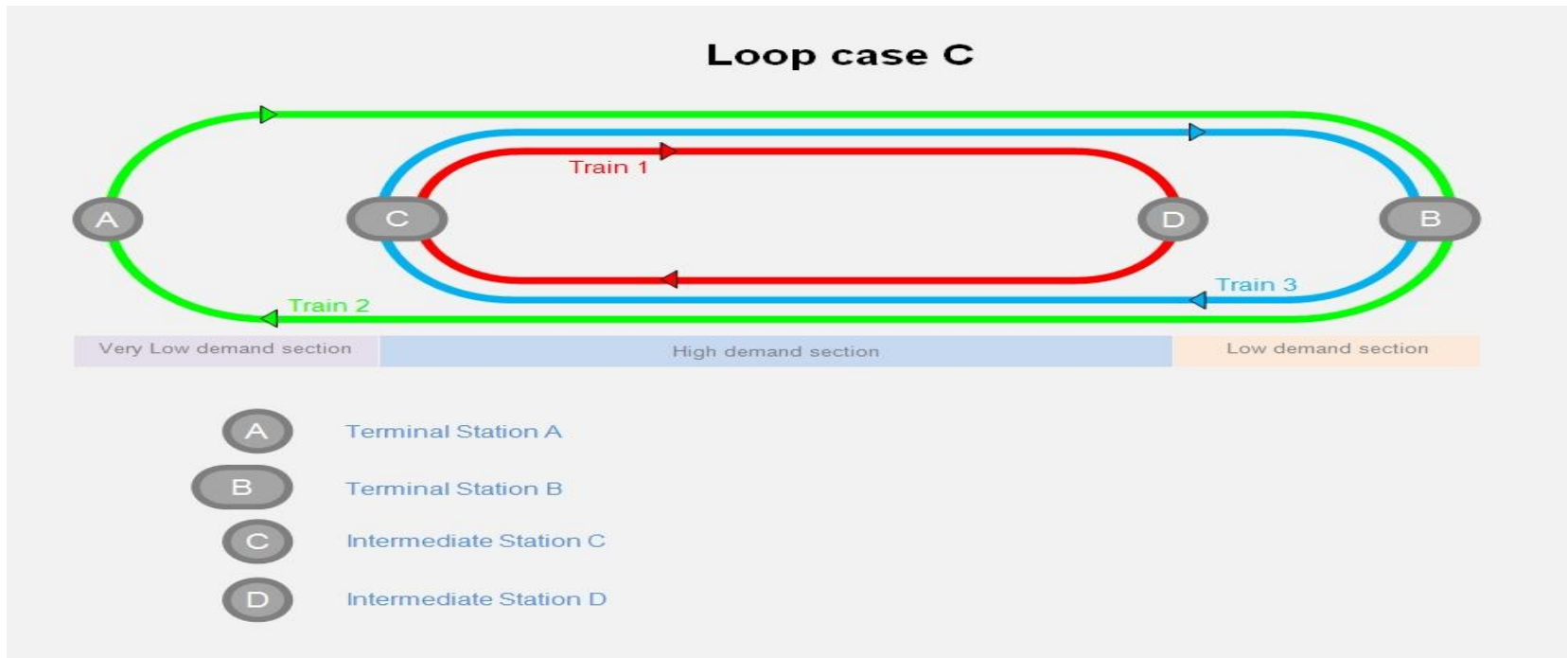
FERRAMENTAS E MODOS DE OPERAÇÃO PARA ADAPTAR A OFERTA AO LONGO DE UMA LINHA DE METRO NAS HORAS DE PONTA (2/5)

Caso B : operação com um percurso parcial entre duas estações intermédias (ver diagrama)



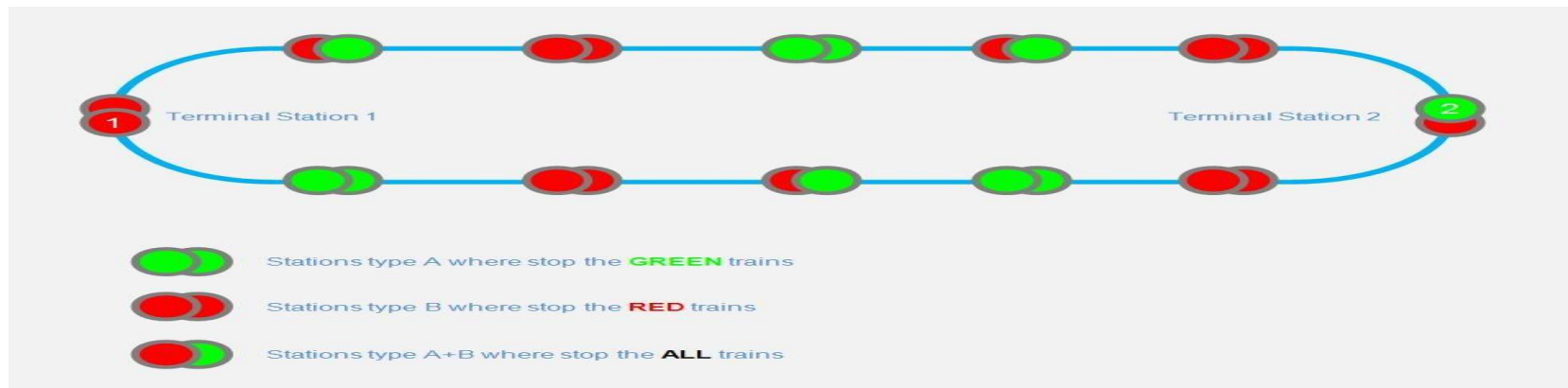
FERRAMENTAS E MODOS DE OPERAÇÃO PARA ADAPTAR A OFERTA AO LONGO DE UMA LINHA DE METRO NAS HORAS DE PONTA (3/5)

Caso C : operação com um percurso parcial entre duas estações intermédias e um segundo entre uma estação terminal e uma intermédia (ver diagrama)



FERRAMENTAS E MODOS DE OPERAÇÃO PARA ADAPTAR A OFERTA AO LONGO DE UMA LINHA DE METRO NAS HORAS DE PONTA (4/5)

Caso D : operação com estações tipo A onde só os **comboios verdes** param, estações tipo B onde só os **comboios vermelhos** param e estações tipo A+B onde param todos os comboios (ver diagrama)



Este modo de operação permite fazer face a um incremento significativo de oferta sem necessidade de recurso a mais comboios, mas necessita de um sistema de informação aos passageiros eficaz.

FERRAMENTAS E MODOS DE OPERAÇÃO PARA ADAPTAR A OFERTA AO LONGO DE UMA LINHA DE METRO NAS HORAS DE PONTA (5/5)

Operar com percursos parciais, com recurso a terminos intermédios, para garantir uma maior oferta nas secções de maior densidade de tráfego e menor oferta nas secções com menos tráfego é um modo eficiente de adaptação da oferta à procura, nomeadamente nas horas de ponta.

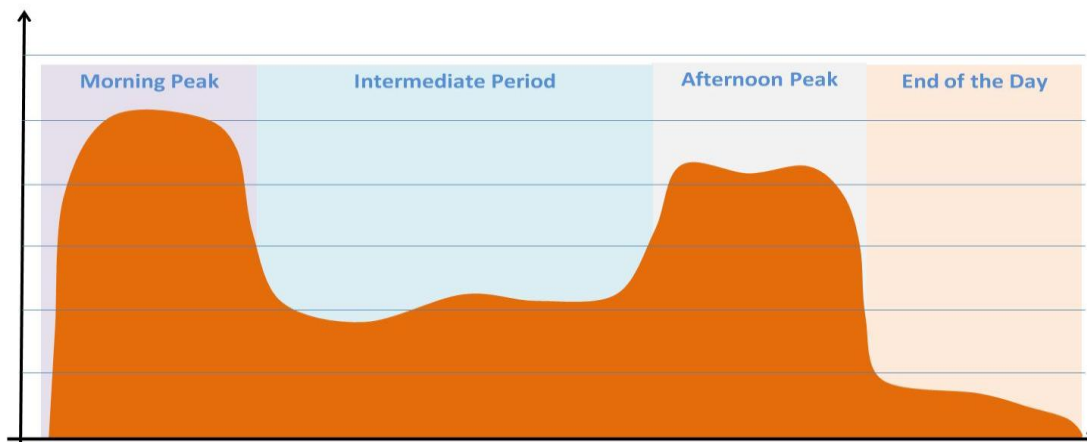
Para permitir este modo de operação é essencial ter boas condições de inversão do sentido dos comboios em pontos intermédios estratégicos de cada linha.

Quanto mais complexos forem os modos de operação, mais importante se torna dispor de sistemas que permitam assegurar uma boa regularidade de tráfego

FORMAS DE MELHOR ADAPTAR A OFERTA À PROCURA AO LONGO DO DIA (1/2)

Normalmente as redes de metro têm uma variação da procura ao longo do dia que se caracteriza por:

- Dois períodos de pico de tráfego, com elevados níveis de procura, respetivamente no início da manhã e ao fim da tarde
- Um período intermédio entre picos, com tráfego médio, que cresce um pouco durante a hora de almoço
- Um período de baixa procura no final do dia (ver diagrama)



FORMAS DE MELHOR ADAPTAR A OFERTA À PROCURA AO LONGO DO DIA (2/2)

A oferta deverá obedecer a determinados parâmetros de conforto, estabelecidos por cada rede, nomeadamente: máxima taxa de ocupação admitida (ex: 4 passageiros/m²).

Tendo em conta essas limitações é muito importante decidir onde introduzir ou retirar comboios de circulação em cada linha.

Para isso é fundamental ter uma infraestrutura de parqueamento de comboios descentralizada ao longo da rede, de forma a reduzir o tempo de entrada ou saída dos comboios em cada linha.

O que se torna mais difícil de resolver, sem penalização da qualidade de serviço, é a adaptação da oferta à procura no final do dia, pois é penalizador o recurso a intervalos entre comboios muito grandes.

ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO DA OFERTA DURANTE OS PERÍODOS DE BAIXA PROCURA

A melhor forma de otimizar a oferta durante os períodos de baixa procura, nomeadamente no final do dia e aos fins de semana, é o recurso à operação com comboios curtos, desacoplando os comboios longos que operam durante o dia.

Para que tal seja viável o material circulante deverá estar dotado de engates automáticos por forma a permitir o desacoplamento de comboios, no final do dia ou nos fins de semana, num curto espaço de tempo.

Se os comboios não estiverem preparados para permitir o seu rápido desacoplamento, caso dos comboios com intercirculação ao longo de toda a sua extensão, tal como existe nalgumas redes, torna-se muito difícil adaptar a oferta à procura sem penalizar fortemente o intervalo entre comboios.

CONDIÇÕES FÍSICAS QUE DEVERÃO EXISTIR NA INFRA-ESTRUTURA DAS LINHAS (1/3)

Para permitir modos de operação com percursos longos e curtos e , desta forma, adaptar a oferta espacial ao longo de cada linha, são necessárias algumas condições ao nível da infra-estrutura de cada linha.

A condição principal é a existência de locais de inversão dos comboios junto das estações que façam fronteira entre secções de maior e menor tráfego, preparados para serem operados em condições normais e não apenas em casos de emergência.

Os terminos, particularmente os terminos intermédios, deverão estar dimensionados para cumprir os intervalos entre comboios requeridos.

CONDIÇÕES FÍSICAS QUE DEVERÃO EXISTIR NA INFRA-ESTRUTURA DAS LINHAS (2/3)

Outra condição importante nos términos intermédios é que a infra-estrutura permita que o maquinista mude de cabina de condução num tempo otimizado, tendo em conta os intervalos entre comboios necessários.

A infra-estrutura deverá assegurar condições descentralizadas para parqueamento de comboios ao longo das linhas, sem esquecer a acessibilidade dos maquinistas aos comboios, bem como condições para o estabelecimento dos itinerários necessários para permitir injetar ou retirar comboios da linha num curto espaço de tempo.

CONDIÇÕES FÍSICAS QUE DEVERÃO EXISTIR NA INFRA-ESTRUTURA DAS LINHAS (3/3)

A operação com ATO (Automatic Train Operation) ou, pelo menos, a inversão automática dos comboios nos terminos é a solução otimizada para permitir tempos de inversão dos comboios compatíveis com os intervalos entre comboios requeridos.

Um sistema de sinalização moderno, permitindo intervalos e tempos de inversão curtos entre comboios é fundamental nos troços de maior tráfego (ex: ATP - Automatic Train Protection com cantões móveis, sinalização com tecnologia CBTC - Communication Based Train Control, etc).

CONDIÇÕES NECESSÁRIAS AO NÍVEL DO SISTEMA DE CONTROLO CENTRALIZADO DA REDE

Quanto mais complexos forem os modos de operação, mais importante se torna a regulação do intervalo entre comboios.

Uma boa ferramenta para o efeito é a existência de um sistema ATS (Automatic Train Supervision) que permite a regulação automática do intervalo entre comboios.

No entanto, existem sistemas menos sofisticados disponíveis, por exemplo, mensagens automáticas enviadas para as cabinas de condução ou utilizando o sistema de sinalização lateral das linhas, permitindo ao maquinista atrasar o comboio ou recuperar tempo para, desta forma, regular o intervalo em relação ao comboio da frente.

CONCLUSÕES (1/2)

As redes de metro deverão assegurar o acesso a informação atualizada e consistente sobre a procura, quer em termos de variação espacial quer temporal.

Em termos espaciais, a operação com percursos curtos e longos é a melhor solução para adaptação da oferta à procura ao longo de uma linha.

Em termos temporais, a operação com comboios longos, nos períodos de maior tráfego, e comboios curtos, nos períodos de menor tráfego, é recomendável quando tecnicamente possível.

Para modos de operação mais complexos, um bom sistema de regulação de tráfego é essencial para permitir assegurar a regularidade no intervalo entre comboios.

CONCLUSÕES (2/2)

A existência de uma infra-estrutura descentralizada de estacionamento de comboios em toda a rede, incluindo boas condições de acesso aos maquinistas, é essencial para uma rápida adaptação às variações de oferta ao longo do dia.

Dependendo das estratégias e ferramentas utilizadas pelas redes de metro para adaptação da oferta à procura, **a ocupação média dos comboios, nos dias úteis, pode variar entre 20% e 36%** da sua capacidade máxima (4 pass de pé/m²), de acordo com um estudo realizado no âmbito da UITP, sendo esta variação muito significativa em termos do grau de eficiência atingido por cada rede.

XI Congresso Nacional da ADFERSIT
“Os Transportes, a Energia e o Ambiente”
(17 e 18 de Outubro 2013)

Obrigado pela vossa atenção!

Pedro Vazão de Almeida

(Engenheiro reformado)

Metropolitano de Lisboa, EP