



BENEFÍCIOS SOCIAIS E AMBIENTAIS DO METRO DO PORTO

Os benefícios sociais e ambientais decorrentes da operação da rede do Metro do Porto estão avaliados num valor superior a três biliões de euros (3.058.233 mil euros). Este é o impacto estimado no conjunto dos primeiros vinte e sete anos de funcionamento da rede (até 2030, portanto), e sem considerar ainda o efeito das linhas previstas para a Segunda Fase. Neste momento, considerando o período de tempo que vai desde o início da operação comercial, em Janeiro de 2003, até ao final do primeiro semestre de 2005, os benefícios sociais e ambientais induzidos pelo Metro do Porto somam já mais de 60 milhões de euros (62.982 mil euros).

A contabilização dos benefícios sociais e ambientais é efectuada considerando um conjunto de parâmetros de aferição, não só do ponto de vista do seu efeito objectivo (ganhos de tempo, diminuição de emissões poluentes e de ruído, por exemplo), mas também na perspectiva da sua tradução em ganhos económicos. O estudo «Benefícios Sociais e Ambientais da Rede Base do Metro do Porto» foi elaborado pela TIS, em Setembro de 2002, tendo sido objecto de actualização em Abril de 2003, por via da introdução dos indicadores relativos à extensão Campanhã – Estádio do Dragão.

Neste trabalho, foram utilizados dados disponibilizados por um vasto conjunto de fontes – desde logo e entre outros, os números oficiais fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística, pela Direcção Geral de Energia, pelos Estudos de Procura para a rede do Metro do Porto ou pelo Inquérito à Mobilidade na Área Metropolitana do Porto.

O cálculo dos benefícios associados ao Metro do Porto foi desenvolvido com base nos mesmos coeficientes utilizados em estudos análogos e nas referências científicas internacionais comumente empregues em trabalhos desta natureza.

O período de tempo considerado para o estudo da TIS toma como referencial os primeiros 20 anos após a entrada em funcionamento da rede do Metro do Porto. Naturalmente, os benefícios de um empreendimento como este não podem avaliar-se por um ano, do mesmo modo que o seu impacto está de esgotar no referido período de 20 anos. Acresce que os activos detidos pelo Metro do Porto têm uma durabilidade muito superior a este período limitado de tempo, o que deve, também, ser tomado em consideração.

Com base nos cálculos e valores presentes no estudo da TIS, procedeu-se à introdução dos factores de correcção monetária que permitem obter valores a preços correntes.



Por outro lado, tomando como base os mesmos valores-base do documento da TIS, foi efectuada uma prospecção dos benefícios estimados para os anos 2023 a 2030.

Todos os cálculos, deve sublinhar-se, foram desenvolvidos tomando em consideração a efectiva entrada em operação da primeira linha do Metro em 2003 (a exploração comercial da Linha Azul arrancou no dia 1 de Janeiro de 2003), e estimando 2007 como o primeiro ano em que todas as linhas da primeira fase da rede estão já em funcionamento de cruzeiro.

Os valores efectivos verificados após a entrada em operação do Sistema correspondem com enorme rigor e precisão aos valores estimados pela TIS para efeitos de cálculo dos benefícios sociais e ambientais do Metro do Porto.

Em termos de metodologia de identificação e quantificação dos benefícios, foram analisados dois grupos de impactos positivos respectivamente associados dois diferentes grupos de utilizados da rede do Metro:

1. Clientes «cativos» de Transporte Colectivo (ou seja, pessoas que seriam sempre utilizadores de Transporte Colectivo), incluindo aqui três grupos de benefícios:
 - 1.1. Ganhos de Tempo
 - 1.2. Menor Poluição Atmosférica e Menor Consumo de Energia
 - 1.3. Diminuição da Frota Rodoviária

2. Clientes «conquistados» ao Transporte Individual (pessoas que hoje utilizam a sua viatura e que passam a fazer as suas deslocações, total ou parcialmente, em Transporte Colectivo, onde se inclui o Metro do Porto):
 - 2.1 Ganhos de Tempo
 - 2.2 Menor Poluição Atmosférica e Menor Consumo de Energia
 - 2.3 Diminuição da Frota Rodoviária
 - 2.4 Menor Pressão sobre o Estacionamento no Centro da Cidade
 - 2.5 Menor Poluição Sonora
 - 2.6. Diminuição de Acidentes Decorrente do Menor Número de Veículos em Circulação

Considera-se ainda neste documento, outros benefícios de ordem ambiental – num levantamento detalhado que a área de Ambiente do Metro do Porto levou a cabo -, concretamente quanto às vantagens associadas à utilização neste meio de transporte do Sistema de Bilhética Andante.



Começamos por apresentar, em primeiro lugar o conjunto dos benefícios sociais e ambientais estimados, no seu conjunto:

Benefícios Sociais (mil euros)	
Ano	Preços Correntes
2003	6.004,7
2004	32.374,2
2005	49.206,2
2006	54.745,0
2007	60.903,2
2008	66.357,6
2009	71.853,3
2010	78.176,7
2011	84.409,8
2012	90.273,6
2013	95.153,3
2014	100.030,2
2015	104.812,1
2016	108.923,9
2017	113.524,9
2018	118.063,3
2019	122.779,6
2020	126.977,7
2021	132.054,2
2022	137.333,0
2023	142.663,5
2024	148.056,2
2025	153.652,9
2026	159.461,0
2027	165.488,8
2028	171.744,3
2029	178.236,4
2030	184.973,8
Total	3.058.233,6

* Correção Monetária para os anos 2003 e 2004 efectuada com base na inflação registada.

** Correção Monetária para anos 2005 a 2030 efectuada com base em valores previsionais.

Os benefícios totalizam, para os primeiros dez anos de operação, o montante de 689.458 mil euros. Se a análise incidir sobre o horizonte 2030, o resultado é um benefício global de 3.058.233 mil euros. Até ao momento, está identificado (considerando a operação dos anos de 2003, 2004 e do primeiro semestre de 2005) um benefício global já registado de 62.982 mil euros.



A conclusão mais relevante deste estudo aponta para o impacto social e ambiental altamente positivo do Metro do Porto. Importa, porém, contextualizar estes valores e referir que, em termos de avaliação efectuada pela TIS, foram utilizadas condições «desfavoráveis» ao projecto, na medida em que se recorreu a estimativas conservadoras, no intervalo mínimo de cada valor (como se verá na discriminação de cada um dos benefícios), tendo em vista proporcionar uma imagem geral o menos especulativa possível. Ou seja, esta é uma avaliação feita «por baixo», sendo natural vir a constatar-se que os benefícios efectivos são superiores aos benefícios estimados.

Vejamos, agora, o detalhe de cada um dos benefícios estimados.

Ganhos de Tempo

Os ganhos de tempo estão associados às transferências intermodais previstas, no caso de clientes conquistados ao Transporte Colectivo (TC), e ao aumento da velocidade de deslocação, quer no períodos de ponta, quer nos períodos intermédios, no que se refere a clientes conquistados ao Transporte Individual (TI). Neste particular, não foram considerados, para além do tempo, outros benefícios associados (menor desgaste das viaturas, poupança de combustível, etc.).

De acordo com as metodologias empregues em estudos desta natureza, a TIS definiu o valor de 3,5 cêntimos por cada minuto ganho, para clientes provenientes do TC, e de 10,5 cêntimos por cada minuto ganho, para clientes oriundos do TI. Esta é, como referimos, um estimativa conservadora, já que aponta para valores de hora/trabalho, respectivamente, de 2,1 euros e 6,3 euros, que são, notoriamente, bastante baixos.

	Ganhos de Tempo Transferidos TC	Ganhos de Tempo Transferidos TI	Ganhos de Tempo Totais
Totais	282.667,0	485.446,0	768.113,0

(mil euros)

Os benefícios de tempo, valorizados em termos económicos, perfazem 768.113 mil euros no horizonte dos primeiros vinte anos de operação da rede do Metro do Porto. Até ao momento, esses benefícios cifram-se em 33.266,9 mil euros.

Benefícios Ambientais

A protecção da atmosfera é uma questão ambiental que domina as políticas comunitárias e mundiais (e um bom exemplo desta realidade é o Protocolo de Kyoto) neste Século, afectando políticas tão diversas como a energética, a dos transportes e a do ordenamento do território e emissões.



O aumento de tráfego e o congestionamento crescente nas áreas urbanas são sinónimo de poluição atmosférica, sonora e de acidentes. As principais emissões causadas pelo tráfego motorizado são de óxidos de azoto (NOx), hidrocarbonetos (HC) e monóxido de carbono (CO), representando, respectivamente, 58%, 50% e 75% das emissões. As directivas comunitárias que visam estabelecer normas mais rigorosas aplicáveis à emissão de gases poluentes por veículos automóveis têm produzido efeitos positivos, mas os progressos alcançados até à data são ameaçados pelo número crescente de veículos automóveis na via pública.

Na Área Metropolitana do Porto, o Sistema de Metro Ligeiro apresenta-se como uma alternativa rápida e eficaz para servir uma área urbana normalmente congestionada, sendo expectável que promova a transferência de utilizadores dos outros tipos de transporte.

As estimativas quanto ao número de clientes do Metro do Porto conquistados ao Transporte Colectivo e ao Transporte Individual são muito relevantes para efeitos de cálculo de benefícios ambientais puros, em termos de:

- diminuição das emissões de gases poluentes (Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC) e Óxidos de Azoto (NOx));
- poupança energética expectável.

Os poluentes considerados nesta avaliação correspondem a alguns dos designados poluentes “regulados”, uma vez que foram objecto de legislação relevante. Trata-se de poluentes com origem em fontes móveis (indústria dos transportes) e cujas elevadas concentrações, bem como os poluentes que deles surgem através de reacções químicas na atmosfera ou no solo, são prejudiciais à saúde humana.

Em termos de perspectiva económica, recorreu-se a valores seguros para a remoção destes poluentes.

O benefício externo desta poupança adicional de energia que, como recurso natural, tem reservas limitadas, foi calculado em função do consumo de energia. Considerou-se também o efeito estufa, largamente provocado pela produção de dióxido de carbono proveniente dos veículos rodoviários.

A diminuição de emissões poluentes (em kg) e de consumos de energia (Tep - tonelada equivalente de petróleo) por efeito da transferência para o Metro do Porto de clientes de Transporte Colectivo Rodoviário (passageiro.km), está assim estimada:



Ano	Poluente / Energia	Emissão Média	Total
2004	<i>Difer.Pass.Km --></i>		189.422.877 Pass.Km
	CO	338	64.025 Kg
	HC	135	25.572 Kg
	NO _x	1.650	312.548 Kg
	Energia	150	7.103 Tep
2007	<i>Difer.Pass.Km --></i>		276.178.545 Pass.Km
	CO	158	43.636 Kg
	HC	105	28.999 Kg
	NO _x	1.350	372.841 Kg
	Energia	150	10.357 Tep
2012	<i>Difer.Pass.Km --></i>		327.122.289 Pass.Km
	CO	68	22.244 Kg
	HC	45	14.721 Kg
	NO _x	1.050	343.478 Kg
	Energia	150	12.267 Tep
2022	<i>Difer.Pass.Km --></i>		390.128.355 Pass.Km
	CO	45	17.556 Kg
	HC	30	11.704 Kg
	NO _x	750	292.596 Kg
	Energia	150	14.630 Tep

Apesar de se considerar que com o evoluir do tempo a transferência modal dos TC para o MP vai aumentando (189.422.87 passageiro.km em 2004 para 390.128.355 passageiro.km em 2022), as quantidades expectáveis de poluentes não emitidas graças a essa transferência diminui, por sua vez (312.548 kg de NO_x em 2004 contra 292.596 kg em 2022).

Esta relação, apesar de à primeira vista ser contraditória, é resultante do facto de se esperar que os limites de emissão de poluentes por autocarros se tornem cada vez mais restritivos no futuro, por imposição de Normas Comunitárias. Ainda assim, as quantidades não emitidas graças à transferência modal para o Metro do Porto não são de todo de desprezar, mesmo considerando que no futuro, o cenário de transporte colectivo será caracterizado por uma frota menos poluente. Os veículos do metro ligeiro actualmente em circulação, por serem movidos a energia eléctrica são, desde já, ambientalmente mais eficientes.

Já a diminuição de emissões poluentes (kg) e de consumos de energia (Tep) por efeito da transferência para o Metro do Porto de utilizadores do Transporte Individual (passageiro.km) estima-se em:



Ano	Poluente / Energia	Emissão Média	Total
2004	<i>Difer.Pass.Km --></i>		105.691.881 Pass.Km
	CO	1.328	293.198 Kg
	HC	289	56.799 Kg
	NO _x	362	34.007 Kg
	Energia	195	7.604 Tep
2007	<i>Difer.Pass.Km --></i>		187.106.116 Pass.Km
	CO	783	306.035 Kg
	HC	210	73.065 Kg
	NO _x	302	50.224 Kg
	Energia	195	13.461 Tep
2012	<i>Difer.Pass.Km --></i>		221.619.609 Pass.Km
	CO	540	249.991 Kg
	HC	175	72.119 Kg
	NO _x	275	54.169 Kg
	Energia	195	15.944 Tep
2022	<i>Difer.Pass.Km --></i>		264.305.113 Pass.Km
	CO	540	298.141 Kg
	HC	175	86.010 Kg
	NO _x	275	64.603 Kg
	Energia	195	19.015 Tep

A “conquista” de passageiros ao transporte individual (TI) no horizonte temporal considerado, traz benefícios ambientais mais notáveis na diminuição das emissões de CO em 293.198kg em 2004, 306.035 kg em 2007, 249.991 kg em 2012 e 298.141 kg em 2022, mas também na diminuição progressiva das emissões de hidrocarbonetos, NO_x e poupança energética, que em 2022 se espera ser de 19.015 Tep (tonelada equivalente de petróleo).

Quanto calculadas em termos de impacto económico, a diminuição de gases poluentes e o decréscimo do consumo de energia decorrentes do funcionamento da rede do Metro do Porto traduz-se nos seguintes valores:

	Ganhos em Emissões e Energia TC	Ganhos em Emissões e Energia TI	Ganhos Totais em Emissões e Energia
Totais (2003/2022)	67.156,4	35.655,8	102.812,2

(mil euros)



Os benefícios ambientais estimados, economicamente quantificados, resultam numa poupança de 102.812,2 mil euros no horizonte dos primeiros vinte anos de operação da rede do Metro do Porto. No período de operação da rede decorrido até ao momento, esses benefícios atingem os 6.299,6 mil euros.

Outros Benefícios Ambientais

Na hierarquia da gestão de resíduos sólidos a prevenção da produção de resíduos, incluindo a reutilização, constitui a melhor alternativa, seguida pela reciclagem. Em última análise, os resíduos que não podem ser reciclados e reutilizados são depositados em aterros controlados ou incinerados. A reutilização e a redução na fonte encontram-se no topo da hierarquia dos processos de gestão uma vez que se evita a produção de resíduos e os custos económicos e ambientais associados. Também nesta área, o Metro do Porto se assume como pioneiro, ao ser responsável pelo lançamento do primeiro Sistema de Bilhética Intermodal sem contacto, a nível mundial - o Sistema Andante -, reduzindo assim, em grande escala a necessidade de se recorrer a bilhetes descartáveis após as viagens e, como tal, à inevitável produção de resíduos.

Conscientes de que a evolução tecnológica tem demonstrado que é possível produzir mais e melhor, minimizando os impactes ambientais, o Andante apresenta-se com um produto em cuja concepção e design a dimensão ambiental foram incluídas, podendo assumir-se claramente como parte do universo dos produtos concebidos na lógica do ECODESIGN.

Para contabilizar de um modo muito simples alguns dos benefícios ambientais resultantes desta opção técnica, efectuaram-se cálculos baseados em factores de emissão disponíveis em documentos técnicos de referência na especialidade, tendo sido possível contar também com o apoio específico do RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e do Papel:

Quantas árvores serão necessárias para produzir uma determinada quantidade de papel? A resposta não é linear... Os cálculos baseiam-se no tipo de papel produzido (a produção de papel de imprensa é duas vezes mais eficiente que a de papel de escritório), no tipo de árvores utilizado para o fabrico do papel, do seu porte e da sua idade. Considerando que:

- 1 tonelada de papel novo precisa 20 árvores (eucaliptos), 40 mil litros de água e 700 KW de energia exterior ao processo de produção integrada;
- 1 tonelada de papel reciclado precisa de 1.200 Kg de papel velho, 2 mil litros de água e 1.000 a 2.500 KW/h de energia.



- todos os títulos Andante já emitidos ou carregados correspondem ao número de títulos descartáveis evitados;
- o peso de cada título Andante equivale a 2 gramas de papel;
- uma árvore adulta poderá absorver 5,902 kg CO₂/ano;

obtêm-se os seguintes valores:

				TOTAL
Ano	2003	2004	2005 (Agosto)	Janeiro 2003 - Agosto 2005
Títulos recarregáveis	2.330.591	5.223.409	4.614.863	12.168.863
Papel (toneladas)	4,661182	10,446818	9,229726	24,337726
Árvores não abatidas	93	209	185	487
CO ₂ absorvido (kg/ano)	550	1.233	1.089	2.873
Poupança água (reciclagem) (litros)	7.768,64	17.411,36	15.382,88	40.562,88
Poupança energética max (reciclagem) (kW/h)	3.884,32	8.705,68	7.691,44	20.281,44
Poupança energética min (reciclagem) (kW/h)	9.710,80	21.764,20	19.228,60	50.703,60
Poupança água (papel novo, prod. integrada) (litros)	186.447,28	417.872,72	369.189,04	973.509,04
Poupança energética (papel novo; prod. integrada) (kW)	3.262,83	7.312,77	6.460,81	17.036,41

Diminuição da Pressão sobre o Estacionamento

Atendendo às estimativas de transferência modal do Transporte Individual para o Metro do Porto, é possível reflectir as viagens transferidas numa diminuição na procura de estacionamento, sobretudo no centro da cidade do Porto.

Os valores definidos para efeitos deste cálculo são igualmente conservadores. Admite-se, por exemplo, que dois/terços dos veículos estacionam na via pública. Admite-se que o tempo médio de estacionamento associado a motivações profissionais é 5,5



horas. E utilizou-se o valor médio para lugar/hora de estacionamento de 50 cêntimos (mesmo considerando que este valor é inferior ao praticado em algumas zonas da cidade e que, na generalidade dos casos, o custo/hora é progressivo e não constante).

Através da estimativa de clientes conquistados pelo Metro do Porto ao Transporte Individual e recorrendo à taxa média de ocupação de 1,4 pessoas por automóvel, chega-se aos seguintes valores de diminuição de automóveis em circulação e, como tal, de diminuição de automóveis estacionados:

Anos	2004	2007	2012	2022
Automóveis	12.663	22.416	26.551	31.665

O benefício económico resultante desta menor pressão sobre o estacionamento está estimado da seguinte forma:

Ganhos na Pressão sobre o Estacionamento (2003/2022)	
Total	263.647,4

(mil euros)

Daqui resulta uma previsão de ganhos de 263.647 mil euros, no horizonte de vinte anos. A diminuição da pressão sobre o estacionamento estimada para o período já decorrido de operação é de 7.995,1 mil euros.

Benefícios decorrentes da diminuição da poluição sonora

Embora, à partida, se pudessem considerar nulos os custos ambientais resultantes do ruído provocado por um veículo adicional, quando nos encontramos já acima de níveis máximos admissíveis (cenário muito comum nas grandes cidades), é possível calcular o benefício económico com a diminuição significativa do número de veículos a circular na malha urbana resultantes da transferência do TI (Transporte Individual) para o Metro do Porto. Esse cálculo é possível graças à existência valores de custos relativos ao ruído, em relação ao número de passageiros.km para os vários modos de transporte, referenciados no Relatório preliminar do “Deriverable 7” do projecto PETS – Pricing European Transport Systems, UE-DGVII).

Ganhos no Ruído (2003/2022)	
Total	86.221,5

(mil euros)

Seguindo o raciocínio utilizado nos itens anteriores, os benefícios a longo prazo são de 86,2 milhões de euros. No período 2003/1º semestre de 2005, esses ganhos ultrapassam já os 6 milhões de euros (mais concretamente 6.932,3 mil euros).

**Benefícios decorrentes do menor número de veículos em circulação/acidentes**

Outro capítulo aprofundado no estudo da TIS é relativo ao menor número de acidentes induzido pelo funcionamento do Metro do Porto, que decorre do menor número de veículos em circulação na rede viária da Área Metropolitana. Existindo duas opções cientificamente válidas para aferição deste benefício – presumir uma diminuição global de acidentes, já que o Metro é um modo mais seguro que os modos rodoviários que seriam usados na sua ausência, não quantificando essa diminuição; ou calcular esse valor em função de um cenário de benefícios baseado nos números existentes, ainda que menos «favoráveis». Ponderou-se, ainda, uma diminuição «natural» do número de acidentes, decorrente das campanhas de prevenção e sensibilização rodoviárias levadas a cabo.

A valoração dos custos unitários por tipo de acidentes (com mortos, com feridos graves, com feridos ligeiros), fez-se com recurso a fontes autorizadas (Prevenção Rodoviária Portuguesa e Instituto Nacional de Estatística).

Chegou-se, então, à seguinte estimativa de ganhos:

Ganhos em Acidentes (2003/2022)	
Total	104.819,3

(mil euros)

Conclui-se a previsão de uma diminuição dos encargos relativos a acidentes rodoviários na ordem dos 104 milhões de euros, num cenário a 20 anos, e em benefícios acumulados até ao final do primeiro semestre de 2005 superiores a 7,5 milhões de euros (7.548 mil euros).

Benefícios com a Redução de Custos nos Operadores Rodoviários

Ao nível deste benefício admitiu-se que a redução de custos por passageiro.km resulta numa redução directa dos custos de material, de fornecimentos e de serviços externos, correspondente, também, a poupanças diversas noutras colunas da despesa. Genericamente, mesmo sem ser possível antever acções de gestão tomadas ou perspectivadas pelos Operadores Rodoviários, estima-se uma considerável diminuição dos custos de operação das suas frotas de Transportes Públicos, por efeito da menor oferta necessária decorrente da perda de clientes para o Metro do Porto.

Ganhos com Custos dos Operadores Rodoviários (2003/2022)



Total	455.528,7
--------------	------------------

(mil euros)

Ou seja, a entrada em operação do Metro do Porto permitirá, até ao ano de 2022, reduzir em mais de 450 milhões de euros (455.528 mil euros) os custos operacionais dos Operadores de Transportes Públicos Rodoviários. Até ao momento, essa redução de custos está avaliada em 8,5 milhões de euros (8.555,2 mil euros, precisamente).