**Universidade do Minho**
Escola de Economia e Gestão

Bruno Filipe Monteiro Azevedo

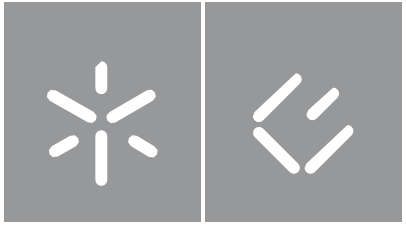
# O papel dos Sistemas de Informação em Tempo Real na procura de Transportes Públicos Urbanos

abril de 2026

O papel dos Sistemas de Informação em Tempo Real na procura de Transportes Públicos Urbanos

Bruno Azevedo

UMinho | 2026



**Universidade do Minho**
Escola de Economia e Gestão

Bruno Filipe Monteiro Azevedo

# O Papel dos Sistemas de Informação em Tempo Real na Procura de Transportes Públicos Urbanos

**Dissertação de Mestrado**
**Mestrado em Economia Industrial e da Empresa**

**Trabalho efetuado sob a orientação do(a)**
**Professor(a) Doutor(a) Lurdes Martins**

abril de 2026

**DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição**
**CC BY**

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

# Agradecimentos

A elaboração desta dissertação representou o culminar de uma etapa fundamental do meu percurso académico e pessoal, um desafio que não teria sido possível superar sem o apoio, direto e indireto, de diversas instituições e pessoas a quem gostaria de expressar a minha profunda gratidão.

À minha orientadora, a Professora Doutora Maria Lurdes Castro Martins, pelo acompanhamento constante, pela disponibilidade e pelo rigor científico com que guiou este trabalho. O seu incentivo e as suas críticas construtivas foram determinantes para a estruturação e qualidade desta investigação.

À Escola de Economia e Gestão (EEG) da Universidade do Minho, pelo ambiente académico de excelência que me proporcionou ao longo deste mestrado em Economia Industrial e da Empresa. A qualidade do corpo docente e os recursos disponibilizados foram pilares essenciais na minha formação.

À Coordenadora/CEO dos Transportes Urbanos de Braga (TUB), bem como a toda a equipa técnica da empresa, pela abertura e colaboração fundamentais para a realização deste estudo sobre os sistemas de informação em tempo real. O acesso a dados e a disponibilidade para colaborar nesta investigação permitiram-me aproximar a teoria económica da realidade operacional da mobilidade urbana.

À Câmara Municipal de Braga, pelo trabalho desenvolvido no âmbito do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável pelo projeto SDSN, que serviu de base e inspiração para o contexto deste trabalho, e por promover uma visão de cidade focada na inovação e na sustentabilidade.

Aos meus amigos, por estarem presentes nos momentos de maior pressão e por partilharem comigo esta jornada. O vosso apoio e amizade foram o combustível necessário para manter o foco e a motivação.

Por último, e de forma muito especial, à minha família. Pelo apoio incondicional, pela paciência e por acreditarem sempre em mim. Sem o vosso suporte emocional e os vossos sacrifícios, nada disto seria possível.

# DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

# DECLARAÇÃO DE USO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri a qualquer forma de utilização indevida de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), nem à falsificação ou omissão de informações, fontes, dados, resultados ou processos em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração. Declaro ainda que qualquer utilização de ferramentas de IA foi feita de forma transparente e responsável, encontrando-se devidamente assinalada/descrita no trabalho, e que procedi à verificação crítica da exatidão do conteúdo produzido com o seu apoio, assumindo integralmente a responsabilidade pelo que submeto. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho, bem como as normas aplicáveis de integridade académica e de proteção de dados.

# Resumo

O crescimento populacional e o congestionamento rodoviário exigem sistemas de transporte público cada vez mais eficientes e atrativos. Neste contexto, a implementação de Sistemas de Informação em Tempo Real (ITR) tem assumido um papel central na mitigação da incerteza e na melhoria da experiência do passageiro. Esta dissertação tem como objetivo avaliar o impacto da utilização de sistemas de ITR na perceção de fiabilidade, na satisfação do utilizador e na adoção de transportes públicos urbanos, tendo como objeto de estudo a rede de Transportes Urbanos de Braga (TUB).

Recorreu-se a uma abordagem quantitativa, através da aplicação de inquéritos presenciais a uma amostra de 199 indivíduos, segmentada entre utilizadores (N=159) e não-utilizadores (N=40) de transporte público. Foram utilizados os testes de hipóteses apropriados para saber se há diferenças significativas nas opções escolhidas pelos diferentes grupos de consumidores, relativamente ao nº de viagens, perceção de eficácia e valorização do sistema de ITR. Os resultados confirmam que a utilização regular de ITR de forma mais regular apresenta está positivamente associada a uma maior frequência de utilização do transporte público (H1) e a uma perceção de eficácia significativamente superior (H2). Adicionalmente, verificou-se que a informação possui uma elevada utilidade percebida, com os utilizadores regulares a valorizarem-na em cerca de 50% do custo do bilhete. No segmento dos não-utilizadores, concluiu-se que a ITR apresenta um forte potencial para mitigar barreiras operacionais, como a incompatibilidade de horários, atuando como um catalisador para a transferência modal (H3).

Conclui-se que a ITR atua não apenas como um complemento tecnológico, mas como uma verdadeira "infraestrutura invisível" capaz de reter e atrair passageiros. Embora o estudo apresente limitações associadas ao perfil predominantemente jovem e académico da amostra, os dados sugerem que o investimento na previsibilidade da informação é um fator crítico para a competitividade da mobilidade urbana sustentável.

Códigos JEL: L92, O33, R41

Palavras-Chave: Braga, Informação em Tempo Real, Mobilidade Sustentável, Procura de Transportes, Transportes Públicos Urbanos

# Abstract

Population growth and road congestion demand increasingly efficient and attractive public transport systems. In this context, the implementation of Real-Time Information (RTI) systems has played a central role in mitigating uncertainty and improving the passenger experience. This dissertation aims to evaluate the impact of using RTI systems on the perception of reliability, user satisfaction, and the adoption of urban public transport, focusing on the Braga Urban Transport (TUB) network as a case study.

A quantitative approach was employed through face-to-face surveys conducted with a sample of 199 individuals, segmented into public transport users (N=159) and non-users (N=40). The data were subjected to inferential statistical analysis (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U, and T-Student tests) to evaluate the technology's effect on the number of trips, perceived efficacy, and the economic valuation of the service.

The results confirm that regular RTI use is positively associated with a higher frequency of public transport use (H1) and a significantly higher perception of efficacy (H2). Additionally, the study found that RTI provides high perceived utility, with regular users valuing it at approximately 50% of the on-board ticket cost. Among non-users, RTI demonstrated strong potential to mitigate operational barriers, such as schedule incompatibility, acting as a catalyst for modal shift (H3).

In conclusion, RTI serves not merely as a technological add-on but as a genuine "invisible infrastructure" capable of both retaining and attracting passengers. Although the study's limitations include a predominantly young and academic sample profile, the data suggest that investing in information predictability is a critical factor for the competitiveness of sustainable urban mobility.

JEL Codes: L92, O33, R41
Keywords: Braga, Real Time Information, Sustainable Mobility, Transport Demand, Urban Public Transit

# Índice Bibliográfico

Introdução ..... 1
Revisão de Literatura ..... 2
Conceito e características dos sistemas de ITR ..... 2
Efeitos dos sistemas de ITR na experiência individual ..... 2
Efeitos dos sistemas de ITR na procura e no comportamento modal ..... 3
Transferências ..... 5
Fatores que condicionam os efeitos associados à ITR ..... 6
Modelos de avaliação de sistemas de transporte público ..... 8
Metodologia ..... 11
Introdução ..... 11
Contexto de Aplicação: O caso de Braga ..... 13
Segmentação dos utilizadores ..... 17
Definição dos critérios de avaliação ..... 17
Recolha de dados ..... 19
Caracterização do Contexto e Perfil Tecnológico (Secção I) ..... 20
Padrões de Comportamento e Mobilidade (Secção II) ..... 21
Avaliação da Qualidade Percebida e da Incerteza na qualidade do serviço (Secção III) ..... 21
Valorização Económica e Alocação Orçamental (Secção IV) ..... 23
Caracterização Sociodemográfica (Secção V) ..... 24
Diagnóstico de Barreiras e Potencial de Mudança (Secção VI) ..... 24
Metodologia de Amostragem ..... 25
Análise quantitativa dos dados ..... 26
Apresentação de Resultados ..... 29
Caracterização da Amostra ..... 29
Caracterização geral ..... 29
Não Utilizadores de transporte público ..... 32
Utilizadores de transporte público ..... 32
Caracterização dos Critérios de Análise ..... 34

Análise Inferencial e Teste de Hipóteses ..... 36
Discussão dos resultados ..... 41
Conclusão ..... 43
Referências Bibliográficas ..... 45
Anexos ..... 48
Anexo 1- Verificações dos pressupostos à normalidade e à homogeneidade das variâncias dos testes estatísticos ..... 48
Anexo 2 - Questionário ..... 50

# Índice de Tabelas

Tabela 1 - Duração média dos movimentos pendulares da população empregada ou estudante por modo de transporte em Portugal e no município de Braga em 2021 ..... 14
Tabela 2 - Proporção da população residente empregada ou estudante que utiliza um dos modos de de transporte nas deslocações pendulares em Portugal e em Braga em 2021 ..... 14
Tabela 3 - Estrutura do Instrumento de Recolha de Dados e Suporte Teórico ..... 20
Tabela 4 - Frequência das variáveis recolhidas sobre a amostra total (N=199) ..... 29
Tabela 5 - Frequência das variáveis recolhidas sobre os utilizadores de transportes públicos (N=159) ..... 30
Tabela 6 - Frequência das variáveis recolhidas sobre os não-utilizadores de transportes públicos (N=40) ..... 31
Tabela 7 - Frequência dos motivos indicados pelos não utilizadores de transportes públicos para a não utilização de transportes públicos (N=40) ..... 32
Tabela 8 - Análise Descritiva das Variáveis e critérios de análise. Número de viagens, Índice de perceção de eficácia e a Valorização do sistema de ITR, respetivamente ..... 34
Tabela 9 - Testes de Consistência Interna (Alfa de Cronbach e Ómega de McDonald's) para o Construto do Índice de perceção de eficácia do sistema de ITR. ..... 35
Tabela 10- Resultados do Teste de Kruskal-Wallis para a comparação de métricas segundo os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Regularmente, Raramente e Nunca). ..... 36
Tabela 11 - Resultados dos Testes de Comparações Múltiplas de Pares (DSCF) entre os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Regularmente, Raramente e Nunca). ..... 36
Tabela 12 - Estatística Descritiva e Teste de Mann-Whitney U: Comparação entre Utilizadores Regulares e Não Regulares de ITR. ..... 37
Tabela 13 - Estatística Descritiva e Teste de Mann-Whitney U: Comparação entre Utilizadores e Não-Utilizadores de transportes públicos. ..... 39
Tabela 14 - Análise de Variância (ANOVA) da Valorização da ITR em função do nível recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Inércia modal (N=10), Atitude indecisa (N=16) e Propensão à mudança (N=14)). ..... 39

Tabela 15 - Estatística Descritiva da Valorização da ITR e Teste T-Student para os grupos de recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Resistencia estrutural (N=10) e Potencial de atração (N=30)). ..... 40
Tabela 16 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Regularmente, Raramente e Nunca). ..... 48
Tabela 17 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Uso regular e Uso não regular). ..... 48
Tabela 18 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os Grupos de escolha modal (Utilizador de transportes públicos e Não-Utilizador de transportes públicos). ..... 49
Tabela 19 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os grupos de nível recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Não recetivo à ideia (N=10), Talvez (N=16) e recetivo à ideia (N=14)). ..... 49
Tabela 20 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os grupos de recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Resistencia estrutural (N=10) e Potencial de atração (N=30)). ..... 49

# Índice de Figuras

Figura 1- Ilustração da metodologia ..... 12
Figura 2 - Densidade populacional do Município de Braga segundo os censos de 2021 ..... 13
Figura 3 - Sistema de coroas do tarifário dos TUB ..... 15
Figura 4- Página inicial da aplicação dos TUB (À esquerda); Breve explicação aos utilizadores da utilização da aplicação (No centro); Painel de mensagem variável numa paragem dos TUB (À direita) ..... 16
Figura 5 - Histograma relativo aos níveis de recetividade à Transferência Modal perante a Disponibilidade de ITR (N=40) ..... 32
Figura 6 - Histograma relativo aos níveis de frequência na realização de transbordo (N=159) ... 32
Figura 7 - Histograma relativo aos níveis de frequência de uso de ITR (N=159) ..... 32
Figura 8 - Histograma relativo à frequência relativa das viagens de transportes públicos realizadas na semana anterior à recolha dos dados (19/01/2026 – 23/01/2026) (N=159) ... 33

# Lista de siglas/acrónimos

CIM – Comunidade Intermunicipal

ITR – Informação em Tempo Real

TUB – Transportes urbanos de Braga

# Introdução

O crescimento populacional em áreas urbanas tem levado a um aumento da procura por sistemas de transporte público eficientes e confiáveis. De acordo com a ONU (2025) 57,8% da população mundial habita em áreas urbanas, apresentando uma tendência para crescer para 67,3% em 2050. O congestionamento rodoviário, a descentralização das atividades urbanas e a crescente posse de automóveis, resultados da grande concentração populacional, em combinação com a ausência de alternativas eficientes de transporte público, têm colocado desafios significativos à mobilidade sustentável. Diante deste cenário, torna-se essencial melhorar a atratividade dos transportes públicos, em particular dos sistemas de autocarros, que desempenham um papel central na mobilidade urbana e metropolitana (Monzón et al., 2013).

Uma das inovações mais relevantes para a eficiência do transporte público é a implementação de sistemas de informação em tempo real (ITR). A implementação de sistemas ITR nos transportes públicos tem uma dimensão económica relevante, uma vez que estes afetam tanto o comportamento dos passageiros como a eficiência dos fornecedores de serviços de transporte.

No entanto, a adesão dos utilizadores em relação a estas tecnologias, condição necessária para que os seus efeitos se concretizem, continua a ser uma dimensão pouco explorada na literatura científica, principalmente para o caso de cidades de média dimensão.

Posto esta relevância, o presente estudo questiona a hipótese de que a utilização de sistemas de ITR aumenta a perceção de fiabilidade e conveniência do transporte público por parte dos utilizadores, incentivando uma maior utilização deste modo de transporte. Este efeito poderá ser particularmente relevante em contextos urbanos onde o transporte público enfrenta concorrência com o transporte individual e onde a frequência de serviço é limitada, mais especificamente, pretende-se estabelecer uma relação entre as características dos ITR, a satisfação do consumidor e a utilização dos transportes públicos na cidade de Braga.

# Revisão de Literatura

## Conceito e características dos sistemas de ITR

Os Sistemas de ITR constituem um conjunto de tecnologias que podem ser integradas nos sistemas de transportes públicos e que fornecem aos passageiros e operadores informações atualizadas sobre variáveis consideradas relevantes para a tomada de decisão. Esses sistemas podem diferir na forma como a informação é disponibilizada, seja nas paragens, a bordo dos veículos, ou via aplicações online; na abrangência da informação, relativa à linha, à rede ou ao próprio veículo; e ainda no conteúdo dessa informação, que pode incluir o tempo de chegada esperado, a lotação do veículo, o tempo de viagem restante ou a paragem seguinte (Cats et al., 2011).

## Efeitos dos sistemas de ITR na experiência individual

A literatura tem demonstrado de forma consistente que os sistemas de ITR contribuem para uma experiência de viagem mais eficiente e satisfatória, não apenas ao nível económico, mas também da perceção dos passageiros e das operações das empresas de transporte (Monzón et al., 2013). Ao disponibilizar dados em tempo real sobre horários, atrasos, conexões e ocupação dos veículos, a ITR permite um planeamento eficaz das viagens, reduzindo a incerteza associada ao tempo de espera (Watkins et al., 2011). Mais do que apenas uma redução do stress psicológico, existe uma alteração comportamental nos utilizadores de aplicações móveis: a capacidade de gerir a viagem (Macedo et al., 2021). Ao consultarem a informação antes de se dirigirem à paragem, os passageiros reduzem efetivamente o tempo de espera físico no local, minimizando a exposição a condições meteorológicas adversas ou a situações de insegurança, o que eleva substancialmente a utilidade percebida do serviço (Brakewood & Watkins, 2019).

Esta redução da incerteza tem efeitos socioeconómicos positivos para os passageiros, ao proporcionar maior controlo, segurança e confiança em relação ao sistema de transporte público, uma vez que o tempo despendido em condições de incerteza acarreta um custo psicológico superior para o utilizador. Isto sugere que a informação, ao remover esta incerteza, acrescenta valor económico direto à experiência de viagem, transformando tempo gasto com esforço em tempo útil. Neste contexto, a valorização económica da fiabilidade pode ser explicada pela aversão à perda, teoria segundo a qual os utilizadores atribuem maior peso à prevenção de um atraso inesperado (perda) do que a um ganho equivalente de tempo, atribuindo por isso um valor económico por sistemas que garantam previsibilidade,

permitindo-lhes reduzir as margens de segurança temporais que adicionam às viagens (Small, 2012).

Adicionalmente, este benefício estende-se à perceção de segurança pessoal. A redução do tempo de espera na paragem é particularmente valorizada em períodos noturnos ou em locais isolados, onde a ITR funciona como um mitigador da ansiedade associada à segurança física do passageiro, tornando o transporte público uma opção mais viável fora dos horários de ponta (Brakewood & Watkins, 2019; Ferris et al, 2010). Desta forma, tal sensação de segurança pode, inclusive, aumentar a valorização económica atribuída ao serviço por parte dos passageiros, dado que o valor percebido do serviço aumenta não apenas pela sua utilidade prática, mas também pelo conforto informacional proporcionado (Watkins et al., 2011; Politis et al., 2010; Monzón et al., 2013).

De facto, Dziekan e Vermeulen (2006) concluem que o tempo de espera percebido pode ser reduzido em até 20% com a implementação de sistemas ITR. Este efeito é particularmente acentuado entre os utilizadores ocasionais e nas linhas com menor frequência de horários, onde a incerteza é, naturalmente, maior (Dziekan & Kottenhoff, 2007; Romero et al., 2022).

Watkins et al. (2011) também indicam que a ITR pode reduzir entre 1,5 e 4 minutos o tempo de espera, tanto real como o percecionado, sendo o impacto mais significativo em corredores metropolitanos com elevada variabilidade no tempo de deslocação, particularmente nos períodos de maior procura.

Noutra ótica, a integração da tecnologia móvel na experiência de viagem introduz uma nova dimensão na avaliação da qualidade do serviço. Ao permitir o uso produtivo (trabalho ou lazer) dentro do veículo, a ITR transforma o tempo de deslocação de um 'custo' para um recurso (Julsrud & Denstadli, 2017).

## Efeitos dos sistemas de ITR na procura e no comportamento modal

Para além desta dimensão, também de forma geral qualquer melhoria da experiência do utilizador também tem reflexos na procura pelo transporte público. A introdução de ITR tem sido associada a aumentos modestos, mas consistentes na utilização dos serviços, mesmo quando não são feitas alterações operacionais relevantes (Ferris et al., 2010). Brakewood e Watkins, (2019) sintetizam evidências de que a introdução de ITR tem levado a aumentos consistentes na utilização do transporte público, com magnitudes de efeito que oscilam, tipicamente, entre 1,7% e 2,3%. Estes valores variam consoante a dimensão da rota e o modo de transporte, situando-se a mediana de aumento em cidades como Nova Iorque e Boston precisamente nos 1,7% e concluem que a introdução de ITR tem levado a um aumento médio de 2% na utilização do transporte público. Isso sugere que os utilizadores valorizam particularmente este serviço, reforçando a ideia de que a ITR afeta a utilidade esperada numa dimensão

que vai para além das características das operações do serviço, e que diz respeito à perceção da sua fiabilidade e previsibilidade (Brakewood & Watkins, 2019; Romero et al., 2022; Tang & Thakuriah, 2012). De facto, a ITR permite ao utilizador gerir o seu tempo ativamente. Uma vez que, perante um tempo de espera elevado, este utilizador, se informado, pode optar por modos alternativos de transporte, como caminhar, em vez de permanecer passivamente na paragem (Dziekan & Kottenhoff, 2007). Neste sentido, a confiabilidade, entendida como a consistência e previsibilidade do tempo de viagem, pode revelar-se um fator determinante para a decisão de utilização do transporte público, mais importante do que o próprio tempo de viagem em si (Romero et al., 2022). Ferris et al. (2010) corroboram empiricamente esta flexibilidade modal, notando que 78% dos utilizadores de ITR mostraram-se mais propensos a caminhar para paragens alternativas, a fim de agilizar a viagem, integrando a mobilidade ativa na sua deslocação.

Para além dos benefícios individuais, os efeitos sistémicos da ITR também são notórios. Ao influenciar o comportamento de um número elevado de utilizadores com base na mesma informação, pode ocorrer uma redistribuição do fluxo de passageiros entre rotas ou horários, o que tem implicações para a gestão da capacidade dos veículos e para o congestionamento rodoviário (Small, 2012). Esta capacidade de adaptação revela-se crítica em situações de perturbação não recorrente, como greves, acidentes ou avarias, onde a ITR atua como um mecanismo de resiliência para a rede. Nestes contextos, ao permitir ajustes imediatos e a escolha de rotas alternativas, os sistemas de ITR mitigam o custo generalizado da viagem, composto pela soma do custo monetário, tempo e desconforto (Small, 2012), varia consoante a estrutura tarifária do utilizador. Em sistemas onde a tarifa é fixa ou pré-paga, como no caso dos passes mensais, o custo monetário deixa de influenciar as decisões marginais de viagem. Isto introduz uma lógica conhecida na literatura como "de Custo Marginal Zero" para cada deslocação adicional. Uma vez que a barreira financeira foi removida, a utilidade da viagem passa a ser determinada apenas pelos componentes não-monetários, nomeadamente a gestão do tempo e a redução da incerteza proporcionadas pela ITRI, que os passageiros sofreriam na ausência de informação (Cats et al., 2011; Cats et al., 2014).

Do lado da oferta, as empresas de transporte podem utilizar os dados em tempo real para otimizar a afetação de recursos, ajustar rotas e horários, reduzir tempos de inatividade dos veículos e, assim, melhorar a eficiência operacional e a sustentabilidade económica e ambiental do sistema. Adicionalmente, os ITR facilitam a integração multimodal e multi-organizacional, promovendo a intermodalidade e a coordenação entre diferentes operadores de transporte (Gillen et al., 2004). Ao conhecerem em tempo real os padrões de utilização, as operadoras podem também desenvolver

estratégias dinâmicas ajustadas às decisões dos passageiros, promovendo um serviço mais adaptado e centrado no utilizador (Cats et al., 2011). Watkins et al. (2011) demonstram ainda uma relação custo-eficácia relevante para operadores: A introdução de ITR reduz a perceção de tempo de espera de forma tão significativa que um serviço com intervalos de 10 minutos (6 veículos por hora) pode gerar níveis de satisfação equivalentes a serviços com frequências físicas superiores. Ao assumir este papel de infraestrutura funcional básica, a tecnologia atua como um substituto parcial, e mais económico, do aumento da oferta física de veículos, permitindo mitigar lacunas na rede sem a necessidade de investimentos massivos em frota.

É importante reconhecer que o uso de ITR pode ter efeitos sistémicos complexos: Se muitos passageiros reagirem da mesma forma à informação, podem gerar-se congestionamentos ou sobrelotação inesperada (Small, 2012). Não obstante estes riscos, a implementação destes sistemas permanece prioritária em cidades médias. Como argumenta Wolny (2019), a competitividade do transporte público em áreas suburbanas depende da fiabilidade e da infraestrutura. Neste contexto, os sistemas de ITR afirmam-se como uma ferramenta indispensável para mitigar a perceção negativa destas lacunas estruturais (Brakewood & Watkins, 2019).

## Transferências

As transferências constituem um papel determinante da experiência de utilização do transporte público e exercem uma influência central na atratividade do sistema, sobretudo em viagens longas, em contextos de baixa densidade urbana ou quando existe necessidade de combinar diferentes modos de transporte (Guo & Wilson, 2011; Monzon et al., 2013; Ye et al., 2018). Nestes cenários, a transferência entre serviços envolve frequentemente incerteza, dependência da sincronização entre modos, variação do tempo de espera e condições variáveis no espaço de transbordo, fatores que contribuem para uma perceção negativa do serviço e funcionam como barreiras à utilização do transporte público, tal como referido por Romero et al. (2022) e Watkins et al. (2011). De facto, os utilizadores multimodais, ou seja, que realizam transferências intermodais, apresentam uma tendência significativamente maior para consultar aplicações móveis em comparação com utilizadores unimodais. Isto resulta do aumento da complexidade da viagem, que aumenta a dependência da ITR para mitigar o risco de desconexão (Romero et al., 2022).

A introdução de sistemas de ITR tem sido apontada como um mecanismo capaz de mitigar estas dificuldades, uma vez que proporciona ao passageiro uma perceção acrescida de controlo, flexibilidade e previsibilidade sobre o percurso. A conveniência e a fiabilidade percebida tornam-se particularmente relevantes na decisão modal, sobretudo para utilizadores potenciais ou ocasionais, que tendem a ser

mais sensíveis à incerteza do sistema (Ye et al., 2018).

A experiência de transferência constitui uma das dimensões mais críticas da qualidade do transporte público. A combinação de diferentes linhas ou modos tende a intensificar a sensação de incerteza e desconforto, reduzindo o nível global de satisfação (Guo & Wilson, 2011). Neste contexto, os sistemas de ITR assumem um papel importante ao fornecerem dados atualizados que contribuem para diminuir o stress associado à espera e à necessidade de reajustar o percurso.

Os espaços onde ocorrem estas transferências são frequentemente designados como nós da rede de transporte, entendidos como pontos de interligação física e funcional no interior da rede de mobilidade. A qualidade destes nós deve ser analisada tanto na sua dimensão técnica de articulação da rede como na sua dimensão experiencial, uma vez que o conforto, a segurança e as condições informacionais do espaço afetam diretamente a perceção do utilizador. A informação, neste caso, é uma dimensão independente e estrutural da qualidade de uma interface e tão determinante para a satisfação como garantir o conforto físico ou a limpeza do local. A combinação entre informação fiável em tempo real e condições físicas adequadas revela-se, assim, fundamental para reduzir barreiras psicológicas e operacionais ao uso do transporte público (Hernandez e Monzón, 2016; Tyrinopoulos & Antoniou, 2008).

Por sua vez, Guo e Wilson (2011) demonstram que os custos de transbordo, que incluem o tempo de espera, os deslocamentos entre plataformas e as condições ambientais, constituem uma parcela significativa da perceção negativa associada ao serviço. Neste sentido, a eficácia dos sistemas de ITR deve ser analisada no âmbito de uma estratégia integrada que vise melhorar a experiência de transferência e reduzir o custo percebido da viagem, contribuindo para reforçar a atratividade do transporte público de forma global.

## Fatores que condicionam os efeitos associados à ITR

A eficácia dos sistemas de ITR depende de um conjunto de fatores que condicionam a forma como a informação é recebida, interpretada e utilizada pelos passageiros. Entre estes fatores, a acessibilidade e a qualidade da informação desempenham um papel central. A literatura destaca que a utilidade dos sistemas de ITR não resulta apenas da sua precisão técnica, mas também da credibilidade e da facilidade de acesso por parte dos utilizadores. Quando os dados disponibilizados são imprecisos, inconsistentes ou difíceis de consultar, especialmente para indivíduos com baixa literacia digital, os benefícios esperados podem não se concretizar, gerando desconfiança e insatisfação (Chan et al., 2020; Romero et al., 2022). Por outro lado, Julsrud e Denstadli (2017) observam que utilizadores com maior afinidade digital tendem a manifestar níveis superiores de exigência e, consequentemente, menores níveis de satisfação, devido às expectativas mais elevadas que desenvolvem relativamente à fiabilidade

e utilidade da informação. Este, sendo consequência da valorização do tempo a bordo, que eleva o padrão de exigência dos utilizadores. Logo, estes passam a avaliar a experiência não apenas pela rapidez, mas pela capacidade de realizarem as suas atividades digitais com conforto e previsibilidade durante o trajeto.

A literatura demonstra ainda que os efeitos positivos da ITR são particularmente evidentes em contextos onde a incerteza é mais elevada, como em linhas de percurso longo, em viagens ocasionais ou em sistemas com menor frequência. Nestes casos, a ITR pode desempenhar um papel decisivo ao reduzir a variabilidade percebida e ao reforçar a confiança dos passageiros. Em contraste, em áreas urbanas densas, com elevada frequência de serviço e elevada regularidade das operações, os impactos tendem a ser menos expressivos, uma vez que os utilizadores regulares já estão familiarizados com os padrões do serviço e enfrentam menores níveis de incerteza, tal como referido por Brakewood e Watkins (2019).

Para além destes aspetos operacionais, a avaliação da qualidade dos sistemas de ITR enfrenta constrangimentos metodológicos associados à própria natureza do transporte público. Trata-se de um mercado de consumo indireto, onde a viagem não constitui um fim em si mesma, mas um meio para aceder a outras atividades. Este carácter instrumental faz com que elementos subjetivos, como o conforto informacional, a previsibilidade ou a sensação de controlo, tenham um peso desproporcional na perceção global de qualidade, muitas vezes superando indicadores técnicos de desempenho. A heterogeneidade dos utilizadores, marcada por diferentes padrões de mobilidade, preferências, necessidades e níveis de literacia digital, acrescenta complexidade à forma como os sistemas de ITR são recebidos. Assim, a aceitação destes sistemas depende tanto da sua performance técnica como da sua capacidade de responder a perfis distintos de utilizadores, conforme sugerido por Politis et al. (2010) e Ye et al. (2018).

A avaliação deve, então, considerar várias dimensões que influenciam diretamente a perceção dos utilizadores e, consequentemente, a aceitação e o sucesso da implementação desses sistemas. Uma das dimensões centrais é a confiabilidade da informação, que diz respeito à exatidão e consistência das previsões fornecidas (Macedo et al., 2021; Tyrinopoulos & Antoniou, 2008). Por exemplo, a hora estimada de chegada de um meio de transporte público. Quando a informação é imprecisa ou varia frequentemente, os utilizadores tendem a desconfiar do sistema, o que compromete a sua utilidade. Em segundo lugar, destaca-se a acessibilidade, tanto em termos físicos como digitais: a informação deve estar disponível de forma equitativa para todos os utilizadores, incluindo pessoas com mobilidade reduzida, limitações visuais ou baixos níveis de afinidade digital. Isto implica soluções multimodais, como painéis eletrónicos nas paragens, aplicações móveis intuitivas e interfaces acessíveis.

Outra dimensão relevante é a clareza e compreensibilidade da informação, ou seja, a forma como os dados são apresentados ao utilizador. A informação deve ser simples, clara e direta, evitando mensagens ambíguas que possam gerar confusão, sobretudo em momentos de stress ou incerteza (por exemplo, em atrasos ou alterações de serviço). Por outro lado, a relevância e utilidade percebida, da informação tem um papel fundamental: os utilizadores valorizam mais os sistemas de ITR quando sentem que estes contribuem efetivamente para uma melhor gestão do tempo, maior previsibilidade das viagens e redução do tempo de espera. Finalmente, Politis et al. (2010) referem a credibilidade da fonte, uma dimensão muitas vezes implícita, mas essencial, pois os utilizadores tendem a confiar mais em sistemas associados a operadores públicos ou autoridades de transporte reconhecidas do que em aplicações de terceiros sem validação oficial.

Estas dimensões, consideradas em conjunto, ajudam a compreender de forma mais abrangente como os utilizadores percebem a qualidade dos sistemas de ITR, e como esses fatores contribuem para a sua adoção e para o aumento da atratividade do transporte público como alternativa ao transporte individual. Deste modo, um sistema de qualidade deve integrar necessariamente diferentes meios de informação (multimodalidade), combinando aplicações móveis para utilizadores com elevada afinidade digital (Chan et al., 2020) com infraestruturas físicas, como painéis de mensagem variável, que democratizam a informação no local da paragem (Hernandez & Monzón, 2016). Esta redundância não é uma ineficiência, mas sim uma condição necessária para garantir a acessibilidade universal do serviço (Lucas & Jones, 2012).

## Modelos de avaliação de sistemas de transporte público

A análise dos sistemas de ITR evidencia que os seus impactos dependem de uma combinação de fatores técnicos, operacionais e comportamentais, bem como das características dos utilizadores e do contexto de mobilidade em que são implementados. Contudo, para compreender de forma estruturada como estes elementos influenciam a qualidade percebida e a aceitação dos sistemas de ITR, torna-se necessário recorrer a modelos de avaliação que integrem as diferentes dimensões envolvidas na prestação de serviços de transporte público.

Neste sentido, importa apresentar os principais quadros conceptuais propostos na literatura para a avaliação de sistemas de transporte público, destacando-se o modelo de Politis et al. (2010), que oferece uma abordagem multidimensional especialmente relevante para enquadrar o presente estudo. Esta é composta por cinco dimensões principais:

- Avaliação Técnica
- Avaliação Operacional

- Avaliação da adesão dos utilizadores
- Avaliação económico/financeira
- Avaliação organizacional

Em primeiro lugar, a avaliação técnica é descrita como o conjunto de critérios relativos à fiabilidade, precisão e robustez tecnológica dos sistemas implementados. Em segundo lugar, a dimensão operacional está associada aos efeitos que a introdução destes sistemas pode ter na eficiência e produtividade das operações, incluindo aspetos como a gestão da frota ou a segurança do serviço. A terceira dimensão, a avaliação da adesão dos utilizadores, por sua vez, tem sido uma das mais exploradas na literatura, por se centrar na forma como os passageiros percecionam e interagem com o sistema, incluindo a satisfação, a confiança, o conforto informacional e a valorização monetária da utilidade percebida. Neste âmbito, pode-se compreender o transporte não como um produto único, mas como um agregado de atributos. A utilidade global de um serviço de transporte pode ser vista como um "pacote" (*service bundle*) composto por atributos tangíveis e intangíveis. Estes, por sua vez, têm diferentes utilidades para os utilizadores, resultando em diferentes valores percebidos (Chang & Jung, 2017). Consequentemente, a própria relação contratual do utilizador (passe mensal *vs.* bilhete ocasional) emerge como uma variável de controlo fundamental na valorização da informação. Esta relação fundamenta-se na evidência empírica de que a estrutura de Preços e a Informação sobre horários tendem a agrupar-se no mesmo fator latente de perceção (Qualidade do serviço) (Tyrinopoulos & Antoniou, 2008).

A avaliação económico/financeira abrange os estudos que procuram estimar os custos e benefícios diretos e indiretos associados à implementação de ITR, muitas vezes através de indicadores financeiros como o Valor Atual Líquido (VAL), a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o Período de Payback, a fim de aferir a viabilidade do investimento. Por fim, a avaliação organizacional contempla as implicações internas para as entidades operadoras, como a formação profissional e as alterações nos fluxos de trabalho decorrentes da adoção de novas tecnologias.

À luz deste modelo, o presente estudo foca-se exclusivamente na dimensão relativa à avaliação da adesão dos utilizadores, uma vez que o objetivo central consiste em analisar perceções, expectativas, aceitação e comportamentos dos passageiros face aos sistemas de ITR. As restantes dimensões do modelo são utilizadas apenas como enquadramento conceptual, não constituindo objeto de análise empírica.

As conclusões apresentadas nesta secção servem de base ao trabalho empírico desenvolvido nas secções seguintes, onde se procura identificar de que forma as características dos sistemas de ITR se relacionam com a satisfação dos utilizadores e com os padrões de utilização do transporte público na

cidade de Braga.

# Metodologia

## Introdução

Nesta dissertação recorre-se a uma abordagem quantitativa, aplicada ao caso de estudo da cidade de Braga, para analisar a importância dos sistemas de ITR no transporte público. O objetivo consiste em avaliar de que forma a utilização destes sistemas influencia a adesão dos utilizadores, a perceção da qualidade do sistema, em termos de previsibilidade e confiança e a decisão de recorrer ao transporte público nas deslocações quotidianas.

Neste âmbito, colocam-se três hipóteses principais.

- Primeiramente, (H1), assume-se que os utilizadores que acedem regularmente a sistemas de ITR realizam mais viagens de transporte público do que os que não recorrem a estas tecnologias, sugerindo que a ITR pode ter um efeito de indução de procura.
- De seguida (H2), propõe-se que a utilização frequente dos sistemas de ITR está associada a uma perceção superior da eficácia tecnológica e da fiabilidade do serviço e, por consequência, a uma maior valorização do mesmo. Mais do que uma avaliação estática, esta hipótese considera o pressuposto de que existe um processo de aprendizagem e adaptação: através da experiência acumulada, o utilizador aprende a interpretar os dados e a otimizar a utilidade da ferramenta para gerir o seu tempo (Dziekan & Kottnhoff, 2007).
- Por fim (H3), considera-se que a existência e utilização de sistemas de ITR constitui um fator relevante na escolha modal, podendo influenciar a decisão dos indivíduos entre recorrer ao transporte público ou optar por meios alternativos, como o transporte individual.

A avaliação dos sistemas de ITR envolve diferentes dimensões técnicas, operacionais, económicas e sociais. Contudo, conforme discutido na revisão da literatura, o objetivo desta investigação centra-se exclusivamente na dimensão relativa à adesão dos utilizadores, uma vez que se pretende analisar perceções, expectativas e comportamentos face aos sistemas de ITR no contexto do transporte público.

Adota-se uma abordagem quantitativa que permite avaliar de que forma o acesso à ITR influencia a perceção da qualidade do serviço, a confiança no sistema e a propensão para utilizar o transporte

público. Esta estratégia metodológica está alinhada com o modelo multidimensional de avaliação dos sistemas de transporte, mas concentra-se na dimensão comportamental e percetiva dos passageiros, entendidos como elementos essenciais para a eficácia e sustentabilidade dos serviços urbanos de mobilidade.

A Figura 1 apresenta uma síntese do enquadramento metodológico seguido, inspirada no estudo desenvolvido em Tessalónica por Politis et al. (2010). O esquema evidencia as etapas fundamentais da investigação, incluindo a segmentação dos utilizadores, a definição dos critérios de avaliação, o processo de recolha de dados e os procedimentos de análise.

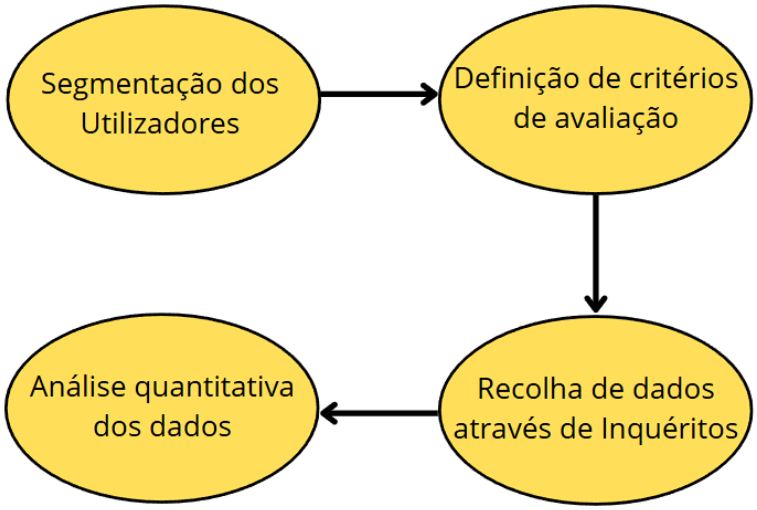



*Figura 1- Ilustração da metodologia*
*Fonte: Elaboração Própria*

## Contexto de Aplicação: O caso de Braga

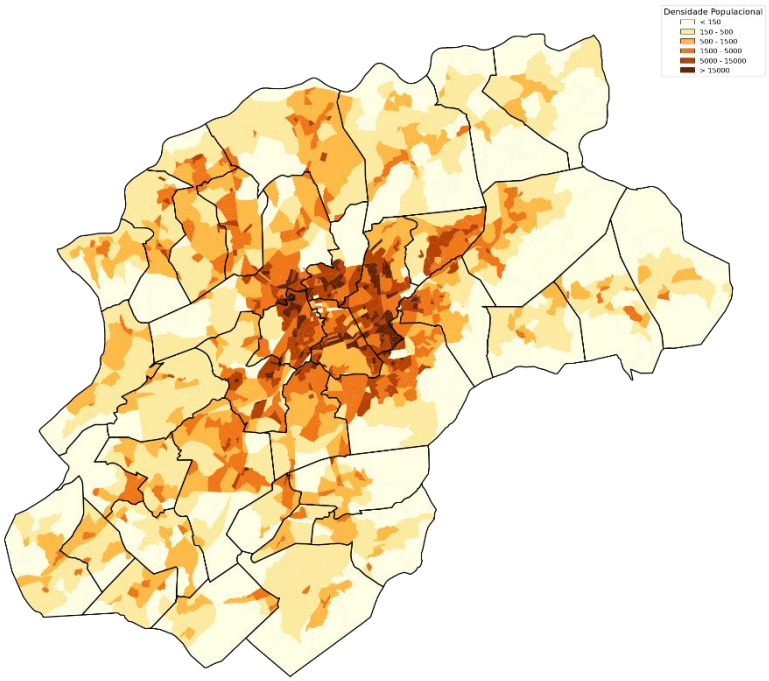



*Figura 2 - Densidade populacional do Município de Braga segundo os censos de 2021*
*Fonte: Densidade Populacional do Município de Braga segundo os Censos de 2021, 2025., Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_densidade_Braga.png)*

Situada na Região Norte de Portugal, a cidade integra a sub-região do Cávado, no âmbito da Comunidade Intermunicipal (CIM) do Cávado, composta por seis municípios: Amares, Barcelos, Braga, Esposende, Terras de Bouro e Vila Verde. A cidade localiza-se no concelho de Braga com o mesmo nome. De acordo com o censo de 2021, o concelho tinha uma população de 193 324 habitantes, com uma densidade populacional de 1053,94 habitantes/km$^2$ numa área de 183 km$^2$, divididas em 37 freguesias. A população concentra-se principalmente nas 4 freguesias que constituem a cidade, conforme mostra a figura 2. Braga localiza-se a aproximadamente 45 km da cidade do Porto, o principal centro metropolitano do Norte de Portugal, e a cerca de 35 km do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, o que lhe confere uma posição estratégica em termos de acessibilidade regional, nacional e internacional.

No que diz respeito aos padrões de mobilidade pendular no concelho de Braga, os dados dos Censos de 2021, demonstrados na tabela 1, revelam um padrão misto de utilização dos modos de transporte, com predominância do transporte individual. A duração média das viagens diárias realizadas em transporte público pelos residentes estudantes ou trabalhadores é de 30,23 minutos, abaixo da média nacional (37,81 minutos) e da média do continente (38,30 minutos). Esta duração, embora inferior à média nacional, contrasta com o tempo médio de viagem em transporte individual, que é significativamente mais baixo: 16,59 minutos em Braga, face a 17,81 minutos em Portugal e 17,97

minutos no continente (INE, 2025).

| | Duração média dos movimentos pendulares da população residente empregada ou estudante | Duração média dos movimentos pendulares da população residente empregada ou estudante que utiliza modo de transporte coletivo | Duração média dos movimentos pendulares da população residente empregada ou estudante que utiliza modo de transporte individual |
|---|---|---|---|
| | min | min | min |
| **Portugal** | 19,90 | 37,81 | 17,81 |
| **Continente** | 20,10 | 38,30 | 17,97 |
| **Braga** | 17,60 | 30,23 | 16,59 |

*Tabela 1 - Duração média dos movimentos pendulares da população empregada ou estudante por modo de transporte em Portugal e no município de Braga em 2021*
*Fonte- Dados extraídos do INE de acordo com os censos de 2021*

Já na tabela 2, que apresenta a informação relativa à proporção de população que utiliza cada um dos modos de transporte, observa-se que 70,6% da população residente empregada ou estudante em Braga utiliza transporte individual nas suas deslocações pendulares, enquanto apenas 13,3% reportam utilizar transporte coletivo. Este valor está abaixo da média nacional (16,2%) e consideravelmente abaixo do observado no distrito do Porto (22,0%). No entanto, importa salientar que estes modos de transporte não são mutuamente exclusivos, ou seja, o mesmo indivíduo pode recorrer ao transporte público numa parte da viagem e ao transporte individual noutra; por exemplo, deslocando-se de carro até uma estação ou terminal (INE, 2025).

| | Proporção da população residente empregada ou estudante que utiliza o modo pedonal nas deslocações pendulares | Proporção da população residente empregada ou estudante que utiliza modo de transporte coletivo nas deslocações pendulares | Proporção da população residente empregada ou estudante que utiliza modo de transporte coletivo nas deslocações pendulares |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| **Portugal** | 15,7 | 16,2 | 67,7 |
| **Continente** | 15,7 | 16,3 | 67,6 |
| **Braga** | 15,8 | 13,3 | 70,6 |

*Tabela 2 - Proporção da população residente empregada ou estudante que utiliza um dos modos de de transporte nas deslocações pendulares em Portugal e em Braga em 2021*
*Fonte: Dados extraídos do INE de acordo com os censos de 2021*

A cidade de Braga dispõe de uma rede diversificada de transportes públicos, com ligações a múltiplas escalas territoriais. A nível intermunicipal, a mobilidade é assegurada pelas operadoras Cávado Mobilidade e Ave Mobilidade, que integram o concelho com os restantes municípios da CIM do Cávado (Amares, Barcelos, Esposende, Terras de Bouro e Vila Verde), bem como com municípios vizinhos da CIM do Ave, nomeadamente Famalicão e Guimarães. A cidade é ainda servida por um terminal rodoviário intermodal, recentemente requalificado, que garante ligações de médio e longo curso a diversas cidades do país. A nível ferroviário, Braga possui sete estações e apeadeiros, sendo a Estação de Braga a principal infraestrutura, com ligações pendulares regulares ao Porto (via linha de Braga) e serviços de longo curso, nomeadamente os serviços Intercidades e Alfa Pendular da CP, que ligam Braga a Lisboa e ao Sul do

país.

No que respeita ao transporte urbano, o serviço é assegurado pelos Transportes Urbanos de Braga (TUB), uma empresa municipal que em 2023 operava 75 linhas, com uma frota de 142 autocarros, cobrindo uma rede de 301 km. O sistema tarifário é organizado em duas zonas, denominadas de coroas: a coroa 1, correspondente à área central do concelho, e a coroa 2, que abrange as freguesias periféricas. Além da rede de autocarros, os TUB exploram também os espaços de estacionamento urbano de curta duração na área central da cidade, com um total de 2138 lugares, desempenhando um papel relevante na gestão da mobilidade urbana (TUB, 2024).

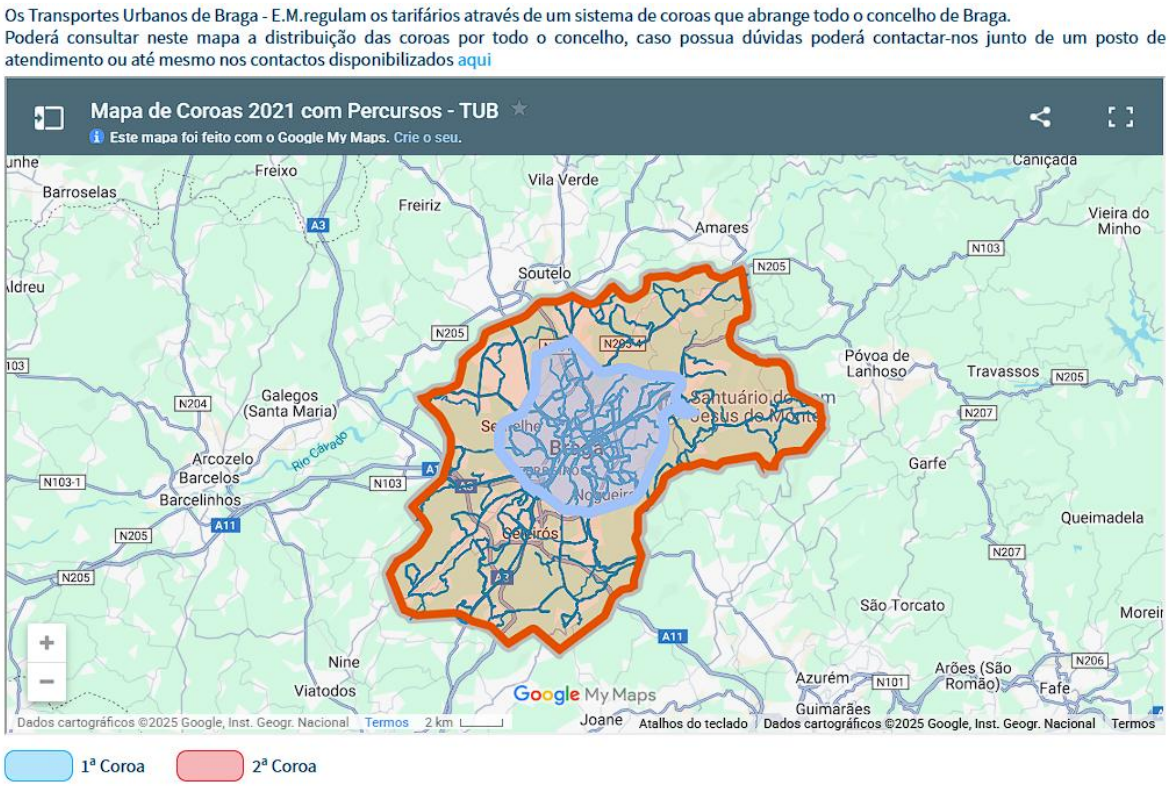



*Figura 3 - Sistema de coroas do tarifário dos TUB*
*Fonte:* Adaptado de Transportes Urbanos de Braga (2021), https://tub.pt/sistemacoroas/ (via Google Maps)

As linhas do sistema variam em frequência consoante a freguesia de origem, e existe um conjunto de linhas com maior frequência que atravessam o centro da cidade, mas que não terminam obrigatoriamente nesse ponto. Estas linhas possibilitam a ligação entre diferentes zonas da cidade, passando pelo centro sem aí se encerrarem. Deste modo, para os passageiros oriundos de freguesias mais periféricas que pretendem deslocar-se para zonas da cidade fora do centro, é muitas vezes necessário realizar transbordos. Esta estrutura de rede, centrada, mas não exclusivamente radial, evidencia a importância de um sistema de ITR, uma vez que a previsibilidade e a coordenação das correspondências entre linhas têm um impacto direto na eficiência e atratividade do serviço.

Relativamente à acessibilidade de sistemas de ITR, A figura 3 apresenta exemplos de instrumentos que os TUB disponibilizam: Uma aplicação móvel, que permite ao utilizador calcular rotas, consultar avisos e alterações de serviço, e aceder à localização geográfica dos veículos em operação, juntamente com uma estimativa do tempo de espera; Em diversas paragens da cidade, estão também instalados painéis de mensagem variável que indicam os próximos horários previstos de chegada dos autocarros. Estas soluções tecnológicas visam melhorar a previsibilidade do serviço e a experiência do utilizador, contribuindo para aumentar a atratividade do transporte público face ao transporte individual, especialmente em deslocações urbanas quotidianas.

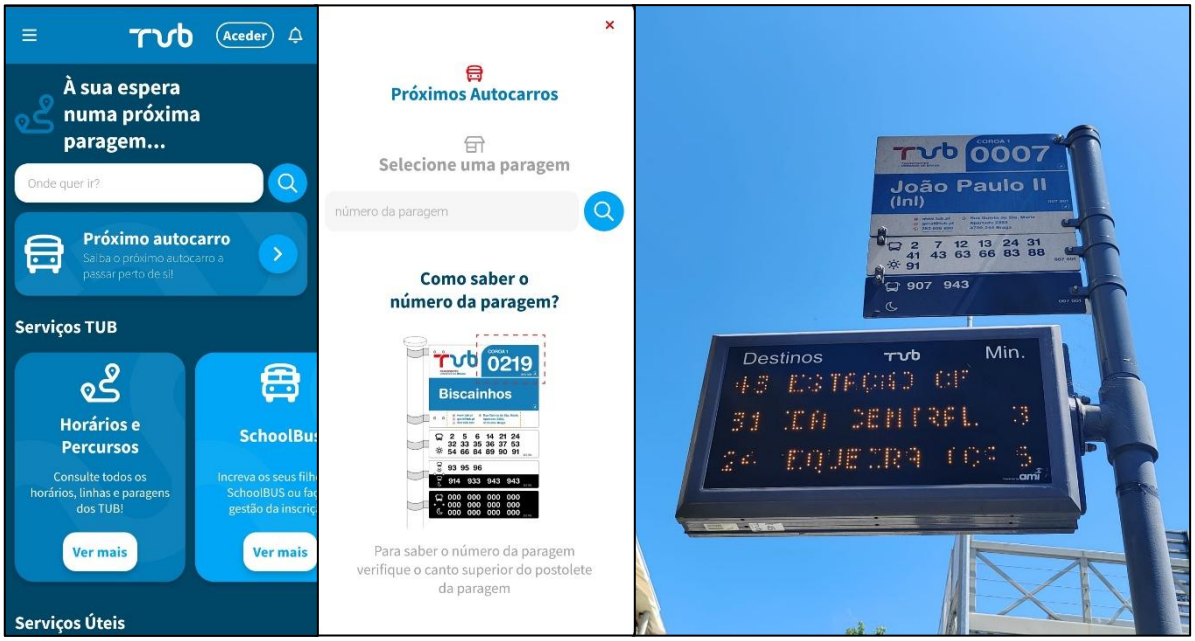



*Figura 4- Página inicial da aplicação dos TUB (À esquerda); Breve explicação aos utilizadores da utilização da aplicação (No centro); Painel de mensagem variável numa paragem dos TUB (À direita)*
*Fonte: Elaboração própria, com base em informação dos Transportes Urbanos de Braga.*

Deste modo, a escolha de Braga como objeto de análise adequa-se à literatura apresentada, uma vez que a estrutura da rede urbana de transportes, aliada ao predomínio do transporte individual, torna o impacto potencial dos sistemas de ITR especialmente relevante no contexto local. A baixa aderência do transporte público na cidade pode indicar uma possível falta de confiança no serviço de transporte público. A existência de uma rede com várias linhas e articulações exige aos passageiros planeamento prévio e uma boa capacidade de adaptação, sendo estes aspetos que os sistemas de ITR procuram precisamente facilitar, ao fornecerem previsibilidade, redução da incerteza e maior controlo sobre a deslocação. Assim, Braga apresenta condições concretas que correspondem aos cenários descritos na literatura como os mais propícios à valorização e adoção deste tipo de sistemas tecnológicos, reforçando a validade e relevância do estudo empírico neste território.

## Segmentação dos utilizadores

A primeira etapa da metodologia consiste na segmentação dos indivíduos em grupos contrastantes que permitam a realização de análises comparativas. Esta segmentação operacionaliza-se através de eixos estratégicos que sustentam o teste das hipóteses formuladas. Esta diferenciação permite reconhecer que a perceção de eficácia e a valorização económica da informação não são homogéneas, dependendo criticamente da experiência acumulada com o sistema e do papel que a informação desempenha na redução da incerteza e na gestão do tempo de cada perfil de passageiro.

Foram identificadas 3 dimensões principais de indivíduos:

1. Estatuto da utilização do serviço de transporte público: distingue-se entre utilizadores e não utilizadores de transporte público.

2. Frequência de interação com a tecnologia ITR: distingue-se entre utilizadores com elevada familiaridade com o sistema de ITR disponível e aqueles com menor contacto ou aptidão deste. O uso da tecnologia poderá condicionar a perceção de utilidade e confiança no sistema ITR. Esta segmentação incide exclusivamente no segmento de utilizadores de transporte público.

3. Grau de recetividade à mudança modal: Esta segmentação incide nos não utilizadores de transporte público. Segmenta-se este grupo pela recetividade à experiência de utilização de transporte público, na existência de um sistema de ITR percecionado como eficaz.

## Definição dos critérios de avaliação

Após a segmentação, a análise será conduzida com base em três critérios fundamentais:

1. Atribuição de Valor Relativo (Medida de Utilidade): Dado o carácter de serviço público e a política de dados abertos do sistema de transportes e num contexto europeu onde a disponibilização de dados de mobilidade é incentivada como serviço público tendencialmente gratuito (Diretiva (UE) 2019/1024, 2019; Lei n.º 68/2021, 2021), a presente investigação afasta-se de modelos de tarifação ou intenção de compra direta como a disponibilidade a pagar. Em alternativa, adota-se uma abordagem de decomposição do valor percebido, baseada na metodologia de alocação orçamental (*budget allocation*) sugerida por Politis et al. (2010). Esta abordagem operacionaliza o conceito teórico de que o transporte é um "pacote de serviços" (*service bundle*) composto por atributos tangíveis e intangíveis (Chang & Jung, 2017). O método permite isolar um valor de referência para a utilidade específica da informação, solicitando ao inquirido que pondere a sua importância dentro do custo global do serviço. Esta métrica avalia o peso que os sistemas de

ITR exercem na valorização global que o indivíduo atribui à sua deslocação (real ou hipotética), independentemente da gratuitidade do acesso aos dados. Desta forma, testa-se a componente económica da H2 (avaliando se o uso frequente está associado a uma valorização superior pela experiência acumulada) e da H3, que se operacionaliza através de dois níveis complementares de análise. Num primeiro momento, realizou-se uma comparação entre utilizadores e não-utilizadores de transportes públicos para verificar se a valorização da informação está associada ao estatuto atual de utilização, o que permitiu diagnosticar se a utilidade percebida da ITR é uma característica transversal a toda a amostra ou se, pelo contrário, se encontra dependente da experiência direta e prévia com o serviço. Simultaneamente, este critério centra-se num diagnóstico de consistência aplicado exclusivamente ao segmento dos não-utilizadores, comparando a importância atribuída à tecnologia entre os indivíduos recetivos e não recetivos à mudança modal. Este procedimento visa validar a coerência do perfil do utilizador recetivo, confirmando se a abertura declarada para experimentar o sistema de transportes é acompanhada por uma atribuição de valor significativamente superior à componente informacional. Desta forma, assegura-se a robustez lógica do diagnóstico, verificando se a intenção de adesão ao serviço está efetivamente alinhada com o peso que o indivíduo atribui à tecnologia como fator de mitigação da incerteza.

2. Geração de novas viagens: Este critério foca-se exclusivamente no segmento de utilizadores de transporte público. Analisa-se o número de viagens semanais realizadas. O objetivo é verificar se a utilização regular destas ferramentas está associada à realização de viagens adicionais, validando a hipótese de que a informação atua como um mecanismo de indução de procura ao facilitar a integração do transporte público nas rotinas diárias. Analisa-se a intensidade de uso (H1) e verifica-se se a utilização destas tecnologias está associada à realização de viagens adicionais.

3. Perceção da Qualidade do sistema de ITR: Este critério foca-se exclusivamente no segmento de utilizadores de transporte público. Para testar a H2, quantifica-se o impacto do uso de ITR na avaliação subjetiva da eficácia do serviço de ITR. Através da construção de um índice de eficácia percebida, fundamentado em escalas de Likert, procura-se diagnosticar a avaliação subjetiva que o utilizador de transportes públicos faz do desempenho tecnológico do serviço. O diagnóstico visa verificar se a familiaridade com a tecnologia resulta numa perceção de eficácia superior, fundamentando-se na premissa de que a ITR permite ao passageiro transitar de um papel

passivo para um decisor ativo na gestão da viagem (Dziekan & Kottenhoff, 2007). Este critério assume a informação como uma "infraestrutura invisível" que mitiga a percepção negativa do tempo de espera de forma tão eficaz quanto um aumento real na frequência da frota (Watkins et al., 2011).

## Recolha de dados

A recolha de dados foi feita através de inquéritos presenciais. Esta metodologia adequa-se em contextos onde se pretende obter informações detalhadas e fiáveis sobre perceções subjetivas dos utilizadores. Este método permite não só garantir taxas de resposta mais elevadas do que os inquéritos online, como também possibilita esclarecer dúvidas dos inquiridos no momento, garantindo a compreensão das questões colocadas. Estes também permitem um controlo direto sobre a amostragem, ao selecionar estrategicamente os locais e os horários de aplicação, de modo a garantir a diversidade dos perfis de utilizadores abordados (Opdenakker, 2006). Esta abordagem é particularmente relevante quando se pretende avaliar comportamentos e atitudes em tempo real, como é o caso da adesão do utilizador dos transportes públicos, uma vez que o contacto direto com o ambiente onde o sistema está instalado reforça a validade das respostas obtidas.

O instrumento organiza-se em seis secções principais, estruturadas para permitir a contextualização sociodemográfica dos participantes e a análise diferenciada entre utilizadores e não-utilizadores. Apresenta-se, de seguida, a tabela 3, que resume a matriz de operacionalização do inquérito, relacionando cada bloco de questões com as variáveis latentes e a literatura de suporte.

| Secção | Variável / Dimensão | Pergunta (Resumo) | Referência Teórica / Objetivo Metodológico | Secção | Variável / Dimensão | Pergunta (Resumo) | Referência Teórica / Objetivo Metodológico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Perfil | Filtro Geográfico | Q2. Relação com Braga | Validação da Amostra (Target) | IV. Valor (H3) | Valorização Económica | Q11. Valor relativo (Medida da Utilidade) | Politis et al. (2010); Chang & Jung (2017); Small (2012) |
| | Posse de Carro | Q3. Veículo no agregado? | Wolny (2019); Competitividade Modal | V. Sociodemografia | Género | Q12. Género | Controlar representatividade da amostra |
| | Afinidade Tecnológica | Q4. Conforto com tecnologia | Macedo et al. (2021); Literacia Digital | | Idade | Q13. Faixa Etária | Variável de controlo de Afinidade Digital (Macedo et al., 2021) |
| | Qualidade da Infraestrutura | Q5. Frequência da linha | Dziekan & Kottenhoff (2007); Utilidade marginal da ITR face à frequência | | Ocupação | Q14. Situação Profissional | Custo de Oportunidade do Tempo (Small, 2012) |
| II. Padrões | Frequência | Q6. Utiliza Transporte Público? | Dziekan & Kottenhoff (2007); Triagem e definição de perfil | | Estatuto Socioeconómico | Q15. Habilitações Literárias | Caracterização e diversidade social da amostra |
| | Intensidade de Uso (H1) | Q7. Nº Viagens semanais | Brakewood & Watkins (2019); Teste à Indução de Procura | VI. Barreiras | Potencial de Atração | Q16. Experimentaria TP se houvesse ITR? | Brakewood & Watkins (2019) |
| | Complexidade | Q8. Realiza Transbordos? | Romero et al. (2022); Guo & Wilson (2011); Sincronização | | Barreiras Estruturais | Q17. Motivos de não-uso | Wolny (2019); Chang & Jung (2017); Guo & Wilson (2011) |
| | Variável Independente | Q9. Usa ITR habitualmente? | Definição dos Grupos de Estudo | | | | |
| III. Qualidade (H2) | Qualidade Percebida & Aceitação da ITR (H2) | Q 10. (1 a 5) Escala de Likert de 5 pontos | Chan et al. (2020); Hernandez & Monzón (2016); Politis et al. (2010); Small (2012); Tang & Thakuriah (2012); Análise de Consistência Interna de dimensões distintas (técnica, psicológica, comportamental) | | | | |

*Tabela 3 - Estrutura do Instrumento de Recolha de Dados e Suporte Teórico*
*Fonte: Elaboração própria*

## Caracterização do Contexto e Perfil Tecnológico (Secção I)

A primeira secção do inquérito (Q1 a Q5) tem como objetivo estabelecer o perfil de base e as variáveis de enquadramento dos respondentes. Em vez de prever a procura, estas questões servem para contextualizar os resultados subsequentes. Após o consentimento informado (Q1), a questão 2 atua como um filtro geográfico, garantindo que os respondentes possuem uma relação funcional (residência, estudo ou trabalho) com o concelho de Braga, validando a sua pertinência para o caso de estudo.

A questão 3 ("Possui automóvel no agregado familiar?") assume um papel central na caracterização do perfil de mobilidade da amostra, permitindo identificar a existência de alternativas modais diretas para os inquiridos. Como evidenciado na caracterização do caso de estudo, o transporte individual representa uma fatia predominante das deslocações no concelho (70,6% segundo os Censos 2021), constituindo a principal barreira à mudança modal. Esta variável é um passo essencial para contextualizar a qualidade da ITR como um fator que influencia a competitividade do sistema público perante quem detém uma alternativa privada (Wolny, 2019).

A questão 4 centra-se na caracterização psicográfica da amostra através da Literacia Digital. Reconhecendo que a experiência de utilização de ferramentas digitais é influenciada pela destreza tecnológica do utilizador, esta variável permite traçar um perfil de competência digital (Macedo et al., 2021).

Finalmente, a questão 5 caracteriza a disponibilidade do serviço, solicitando ao inquirido que classifique a frequência da linha mais próxima da sua residência. A literatura indica que a ITR possui uma utilidade marginal decrescente face à frequência: em linhas de alta frequência, a ITR é menos crítica, enquanto em linhas de baixa frequência, a incerteza do tempo de espera gera um custo psicológico elevado (Dziekan & Kottenhoff, 2007). Esta variável é fundamental para o diagnóstico do contexto de mobilidade, permitindo enquadrar a valorização da ITR de acordo com as características do serviço físico disponível no local de residência de cada passageiro.

## Padrões de Comportamento e Mobilidade (Secção II)

Este bloco (Q6 a Q9) dirige-se exclusivamente aos atuais utilizadores do sistema, visando caracterizar a intensidade e a complexidade do uso. As questões 6 e 7 complementam-se no diagnóstico da utilização, sendo que a primeira assume um papel fundamental como filtro estrutural do inquérito ao distinguir os atuais utilizadores de transporte público dos não-utilizadores. Esta segmentação direciona o fluxo do questionário, encaminhando os não-utilizadores de transportes públicos diretamente para a secção de diagnóstico de barreiras (Secção VI), enquanto os utilizadores prosseguem para o detalhamento da sua rotina (Secções III e IV). Por sua vez, a questão 7 recolhe o número de viagens realizadas na semana anterior, fornecendo uma métrica de intensidade de uso essencial para testar a Hipótese 1, relativa à indução de procura, através de uma análise comparativa entre grupos.

A complexidade da viagem é caraterizada na questão 8, que identifica a necessidade de realização de transbordos para o diagnóstico do perfil de mobilidade dos inquiridos. Esta variável permite contextualizar a experiência do passageiro, identificando se a sua deslocação exige uma maior coordenação entre linhas, o que fundamenta a análise da utilidade da ITR enquanto suporte à sincronização na rede. Complementarmente, a variável de agrupamento central do estudo é capturada na questão 9 ("Utiliza habitualmente os sistemas de ITR?"), permitindo segmentar a amostra em diferentes perfis de utilização para as análises comparativas subsequentes.

## Avaliação da Qualidade Percebida e da Incerteza na qualidade do serviço (Secção III)

A terceira secção do instrumento, correspondente à questão 10 foi desenhada para capturar a perceção da eficácia do sistema de ITR, testando especificamente a Hipótese 2 (Eficácia Tecnológica e Fiabilidade). Reconhecendo que a utilidade da ITR é uma construção psicológica subjetiva, utilizou-se uma Escala de Likert de 5 pontos (1 = Discordo Totalmente a 5 = Concordo Totalmente) para quantificar o desempenho percebido da ferramenta tecnológica. Para operacionalizar esta análise, as respostas aos itens foram agregadas num Índice de Eficácia Percebida, definido como uma classificação calculada

através da média aritmética simples das classificações atribuídas nos itens. A opção por uma ponderação unitária. fundamenta-se no princípio da equitatividade dimensional e na parcimónia metodológica (Washington et al., 2003). Assume-se, assim, que as dimensões de fiabilidade, redução de incerteza, satisfação e acessibilidade contribuem de forma equilibrada para a formação da atitude global do utilizador face ao sistema.

Esta abordagem permite medir a eficácia do sistema através de dimensões que operacionalizam a interação entre o utilizador e a informação. As cinco afirmações que compõem esta escala não foram selecionadas arbitrariamente, mas operacionalizam construtos teóricos específicos identificados na revisão de literatura:

1. Fiabilidade Técnica ("Confio na informação em tempo real dos TUB"): Esta afirmação funciona como um indicador da integridade percebida dos dados disponibilizados. Integrada no índice de eficácia, esta dimensão permite medir o grau em que o utilizador reconhece o sistema como uma fonte de informação válida para a sua tomada de decisão. A inclusão deste item fundamenta-se na literatura, que aponta a fiabilidade como um pré-requisito essencial para a utilidade tecnológica. A informação imprecisa é capaz de gerar níveis de frustração superiores à ausência total de dados, comprometendo a aceitação e a utilidade percebida do sistema (Chan et al., 2020; Romero et al., 2022).

2. Redução da Incerteza ("A informação em tempo real reduz a incerteza enquanto espero"): Esta dimensão foca-se no benefício funcional da tecnologia na gestão do tempo de espera, operacionalizando a distinção entre o tempo de espera físico e o custo psicológico da incerteza (Small, 2012). No âmbito do diagnóstico da eficácia percebida, este item avalia se a disponibilização de dados em tempo real é reconhecida pelo utilizador como uma ferramenta capaz de mitigar a ansiedade durante a espera. A integração desta variável no índice permite verificar se o sistema é eficaz a reduzir a necessidade de os passageiros adicionarem margens temporais de segurança às suas deslocações, transformando o tempo de espera numa experiência mais controlada e menos penosa.

3. Impacto comportamental ("A informação em tempo real aumenta a probabilidade de eu usar o transporte público"): Esta afirmação foca-se na intenção comportamental do utilizador, procurando diagnosticar o papel da tecnologia na decisão futura de viagem a partir de uma avaliação de experiências passadas. O seu objetivo é verificar se a ITR é percecionada como um

fator de incentivo capaz de influenciar a escolha modal, relacionando-se com o fenómeno de "indução de procura" (Tang & Thakuriah, 2012); Brakewood & Watkins, 2019).

4. Satisfação Global com o sistema ("Estou, no geral, satisfeito com o serviço de informação em tempo real"): Esta afirmação funciona como um indicador de síntese da experiência tecnológica, agregando a perceção final do utilizador sobre o desempenho da ITR. Integrado no índice de eficácia percebida, esta afirmação permite capturar o nível de aceitação global da ferramenta, servindo de base para as análises comparativas que visam diagnosticar se a familiaridade e o uso frequente do sistema se refletem numa avaliação de qualidade superior por parte dos passageiros.

5. Acessibilidade e Disponibilidade ("A informação em tempo real dos TUB está disponível e atualizada sempre que necessito"): Por fim, mede-se a disponibilidade percebida do sistema. Esta métrica é fundamental para identificar barreiras de acesso não-físicas, garantindo que o sistema é avaliado não apenas pela sua existência, mas pela sua presença efetiva no momento da decisão de viagem do passageiro (Hernandez & Monzón, 2016).

## Valorização Económica e Alocação Orçamental (Secção IV)

A questão 11 adota uma abordagem metodológica específica para diagnosticar a componente económica da utilidade percebida. Ao contrário das questões anteriores, que medem frequências ou perceções de eficácia tecnológica, esta secção procura quantificar o peso relativo que a informação assume na estrutura de preferências do indivíduo face ao serviço global. aplica-se a metodologia de valor relativo (*budget allocation*) (Chang & Jung, 2017; Politis et al., 2010). Neste contexto, o preço do bilhete de bordo (2,00€) corresponde ao preço de um bilhete a bordo de 2 coroas que permite a deslocação integral pelo concelho de Braga. Este preço é utilizado apenas como uma âncora de referência conhecida por todos os inquiridos. Logo, serve de base para um exercício de decomposição onde se solicita a quantificação da utilidade relativa da informação face aos restantes componentes operacionais do serviço. O valor atribuído não deve, portanto, ser interpretado como um preço de mercado ou uma intenção de pagamento, mas sim como uma medida da importância relativa na estrutura de preferências do passageiro. Desta forma, procura-se verificar a existência de associações estatisticamente significativas entre os diferentes segmentos de utilizadores e a valorização atribuída à informação, permitindo identificar o peso deste atributo na estrutura de preferências dos passageiros (Small, 2012).

## Caracterização Sociodemográfica (Secção V)

O penúltimo bloco do inquérito (Q12 a Q15) cumpre uma função de caracterização e contextualização do perfil da amostra. A recolha destes dados visa traçar um retrato detalhado da heterogeneidade dos respondentes, fornecendo a base necessária para interpretar os resultados de acordo com as circunstâncias individuais de cada grupo. As variáveis de Género (Q12) e Idade (Q13) permitem descrever a composição demográfica da amostra e enquadrar as respostas obtidas nas secções anteriores. Especificamente, a idade serve como um elemento de contextualização para a afinidade tecnológica, uma vez que existem correlações entre faixas etárias e a facilidade de uso de aplicações móveis (Macedo et al., 2021).

A inclusão da Situação Profissional (Q14) justifica-se pela necessidade de compreender o contexto quotidiano do inquirido, partindo do princípio de que o custo de oportunidade do tempo varia consoante a ocupação. Ao identificar se o respondente é trabalhador ativo, estudante ou reformado, o estudo consegue caracterizar melhor como diferentes rotinas e restrições temporais podem influenciar a importância atribuída à redução da incerteza. Por fim, as Habilitações Literárias (Q15) completam o perfil socioeconómico, garantindo uma visão abrangente sobre a diversidade de percursos académicos presentes entre os participantes da amostra.

## Diagnóstico de Barreiras e Potencial de Mudança (Secção VI)

O último bloco do inquérito (Q16 e Q17) assume um carácter condicional, obedecendo a uma lógica de ramificação determinada pela resposta à questão 6. Esta secção destina-se exclusivamente aos inquiridos que declararam não utilizar transportes públicos, substituindo, para este subgrupo, o preenchimento das Secções II e III. Esta diferenciação metodológica justifica-se pelo facto de as referidas secções incidirem sobre a experiência de uso e a perceção da qualidade do serviço, dimensões que pressupõem um contacto prévio com o sistema que os não-utilizadores não possuem. O objetivo desta secção é diagnosticar as causas da não-utilização e identificar a abertura destes indivíduos perante a introdução de melhorias tecnológicas. Neste âmbito, a questão 16 foca-se na segmentação por recetividade, questionando se a existência de um sistema de ITR fiável e acessível seria um fator motivador para a experimentação do serviço. Esta variável permite agrupar os não-utilizadores de acordo com a sua recetividade à ideia de mudança modal, servindo de base para as análises comparativas que verificam se os indivíduos mais "recetivos" atribuem uma valorização económica superior à informação., permitindo validar a H3.

De forma a aprofundar o diagnóstico, a questão 17 é aplicada ao segmento de não-utilizadores para identificar as barreiras que impedem o uso do transporte público, independentemente da sua

recetividade à ITR. Esta pergunta operacionaliza três dimensões fundamentadas na revisão de literatura que a tecnologia, por si só, poderá ter dificuldade em superar. A primeira refere-se às barreiras a nível de serviço que incluem a frequência insuficiente e horários incompatíveis. Estas são opções que refletem fragilidades estruturais de infraestrutura e fiabilidade que Wolny (2019) identifica como determinantes centrais da competitividade do transporte em zonas de média densidade. A segunda dimensão aborda o Custo Generalizado de Tempo. Esta categoria agrupa a duração excessiva da viagem e os transbordos incómodos. A escolha baseia-se na literatura que demonstra que os custos de transbordo pesam significativamente na perceção negativa do serviço (Guo & Wilson, 2011). Adicionalmente, a complexidade e incerteza destas transferências funcionam como barreiras ativas que a informação mitiga, mas não elimina se a desutilidade física for elevada (Romero et al., 2022). A terceira dimensão, relativa ao Conforto e Concorrência Modal, engloba o desconforto a bordo e a preferência pelo transporte individual. Estas variáveis focam-se na baixa pontuação dos atributos intangíveis, como o conforto, face ao automóvel (Chang & Jung, 2017).

## Metodologia de Amostragem

A presente investigação adota um método de amostragem por conglomerados (*clusters*), estruturado de forma estratificada em duas etapas. Esta abordagem foi selecionada pela sua eficiência na recolha de dados em redes de transporte dispersas, permitindo focar a análise nos pontos onde a utilidade da ITR é teoricamente mais elevada. O desenho amostral baseia-se na hierarquia funcional definida no Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Câmara municipal de Braga (2020) e nos relatórios e estudos dos TUB (Transportes Urbanos de Braga, 2024; Costa et al., 2007).

3.2. Estratificação e Seleção de Conglomerados (1.ª Etapa)

O universo de paragens e interfaces da rede foi dividido em três estratos distintos, com base na sua funcionalidade e densidade de fluxo:

- Estrato 1 – Interfaces de Nível Primário: Compreende os nós de máxima centralidade e intermodalidade: a Estação Ferroviária (CP) e a Avenida Central. Dada a sua relevância estruturante, procedeu-se à inclusão de ambos os pontos, de forma a garantir a captura de fluxos intermodais e diametrais de elevada frequência.

- Estrato 2 – Interfaces de Convergência Operacional: Inclui nós secundários que funcionam como rótulas de distribuição ou polos de procura especializada. Foram selecionados a Rua do Raio (ponto de convergência dos eixos Sul) e a interface da Universidade do Minho (polo de elevada sensibilidade ao tempo e perfil tecnológico).

- Estrato 3 – Engloba as freguesias situadas fora do anel da variante urbana, caracterizadas por uma lógica de transporte radial e pendular. Para garantir a representatividade das zonas periféricas, este grupo foi subdividido em cinco setores geográficos: Norte, Este, Sul, Sudoeste e Oeste. Através de sorteio aleatório simples, foram selecionados os setores Este (freguesia de Este São Pedro/São Mamede) e Oeste (freguesia de Frossos).

O trabalho de campo decorreu entre os dias 20 e 30 de janeiro de 2026. Por motivos de viabilidade logística e otimização de recursos do investigador, a recolha centrou-se exclusivamente em dias úteis.

## Análise quantitativa dos dados

A fase final da metodologia consistiu no agrupamento dos dados recolhidos e a realização da respetiva análise quantitativa, que foi estruturada para responder às questões de investigação e validar as hipóteses formuladas (H1, H2 e H3). Para assegurar a robustez da inferência estatística, adotou-se um protocolo sequencial de análise, fundamentado nos manuais de referência para dados de transportes e econometria (Washington et al., 2003; Wooldridge, 2012).

Numa fase inicial, procedeu-se à estatística descritiva para caracterizar a amostra e identificar padrões gerais de resposta. Nesta etapa, as variáveis qualitativas foram codificadas e, em casos específicos, procedeu-se ao reagrupamento de categorias para garantir o equilíbrio das subamostras e aumentar o poder estatístico das análises subsequentes.

Previamente a qualquer teste de comparação, procedeu-se à verificação sistemática da normalidade e homogeneidade de variâncias através dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene. Uma vez que os dados de transportes e perceção frequentemente violam a normalidade, a escolha entre métodos paramétricos (Teste T e ANOVA) e não paramétricos (Mann-Whitney e Kruskal-Wallis) foi rigorosamente ditada por estes diagnósticos. Em todas as análises inferenciais realizadas, a interpretação dos resultados baseou-se no nível de significância estatística, adotando-se o valor de 5% de significância ($p < 0,05$) como critério para a rejeição da hipótese nula e validação das associações encontradas (Washington et al., 2003).

A H1 procura determinar se a intensidade de utilização do transporte público está associada à frequência de uso da tecnologia ITR. Para tal, a metodologia considera a segmentação dos utilizadores por níveis de uso como variável independente categórica, ao passo que o número de viagens semanais assume o papel de variável dependente, tratando-se tipicamente de dados de contagem. Utilizou-se o Teste de localização de Kruskal-Wallis para a avaliação de diferenças estatísticas entre os três segmentos de utilizadores. Sempre que este teste global indicou a existência de uma diferença significativa entre os

grupos, recorreu-se ao procedimento de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner como teste *post-hoc*. Esta abordagem permite comparar as distribuições dos postos médios do número de viagens semanais em função da intensidade de uso da tecnologia, garantindo uma inferência estatística válida e adequada ao comportamento real da amostra recolhida, permitindo assim sustentar as conclusões sobre o efeito de indução de procura do sistema de informação.

Contudo, com o intuito de aumentar a sensibilidade da análise, procedeu-se a um reagrupamento das categorias de frequência originais, consolidando-as em dois segmentos distintos. O grupo de utilizadores frequentes de sistemas de ITR e o grupo de utilizadores não frequentes desta tecnologia. Esta decisão metodológica, fundamentada na necessidade de garantir o equilíbrio das subamostras para uma comparação mais clara entre perfis, resultou na aplicação do teste de localização Mann-Whitney U. Sendo este o teste adequado para comparar dois grupos independentes em condições de não-normalidade, a sua utilização derivou diretamente do refinamento da segmentação da amostra. Desta forma, o recurso ao Mann-Whitney U assegurou um diagnóstico final mais preciso sobre o efeito de indução de procura, o que permitiu validar se a intensidade de uso da tecnologia se traduz, efetivamente, em comportamentos de mobilidade diferenciados.

A H2 propõe que a utilização frequente dos sistemas de ITR está associada a uma perceção superior da eficácia tecnológica e da fiabilidade do serviço e da valorização do mesmo. Para operacionalizar esta análise, a metodologia recorreu a dois indicadores complementares: o Índice de Eficácia Percebida, que captura a dimensão psicológica da confiança e fiabilidade, e a Valorização Económica Relativa, que mede a utilidade atribuída à informação. Aplicou-se o Teste de Kruskal-Wallis para avaliar se existiam diferenças estatisticamente significativas na perceção de eficácia, traduzida através do Índice de Eficácia Percebida e na valorização económica entre os três segmentos originais de frequência de uso. Nos casos em que o teste global indicou uma diferenciação entre os grupos, utilizou-se o procedimento de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner como teste *post-hoc*. Esta abordagem permitiu comparar as distribuições dos postos médios e identificar com precisão em que níveis de utilização se manifestam as alterações mais profundas na perceção de qualidade, garantindo que a inferência estatística respeitasse a natureza dos dados recolhidos.

Contudo, com o intuito de aumentar a sensibilidade da análise, procedeu-se a um reagrupamento das categorias originais nos dois segmentos distintos: o grupo de utilizadores frequentes e o grupo de utilizadores não frequentes de sistemas de ITR. Esta decisão metodológica, resultou na aplicação do teste de Mann-Whitney U. Desta forma, assegurou-se um diagnóstico sobre a consistência entre o comportamento observado e os modelos teóricos de aprendizagem tecnológica, testando se a experiência

de uso se traduz, nesta amostra específica, numa avaliação de eficácia e numa atribuição de valor superiores.

A H3 estabelece que a disponibilidade de sistemas de ITR constitui um fator relevante na escolha modal, podendo influenciar a decisão de transferência do transporte individual para o transporte público. A estratégia analítica para a H3 foi desenhada de forma faseada, e utilizou tanto métodos paramétricos como não paramétricos.

Primeiramente aplicou-se o Teste de Mann-Whitney U para comparar a atribuição de valor do sistema de ITR entre utilizadores e não utilizadores de transporte público. O objetivo metodológico deste teste foi investigar se a utilidade da tecnologia é percecionada de forma transversal ou se existem discrepâncias significativas entre quem já experiencia o serviço e o mercado potencial. Esta comparação inicial é necessária para posicionar a informação como um possível facilitador de entrada no sistema para quem atualmente depende do transporte individual.

Numa segunda fase, a análise restringiu-se ao segmento dos não-utilizadores para testar a consistência da intenção de escolha modal. Foi utilizado uma ANOVA de um fator para analisar a estrutura de preferências entre os três níveis de recetividade (Não, Talvez e Sim). Esta ferramenta visou verificar se diferentes graus de abertura à mudança modal são acompanhados por diferentes níveis de importância atribuída à tecnologia. Complementarmente, e seguindo as normas de eficiência estatística de Wooldridge (2012), o protocolo metodológico estabelece uma análise de contraste através do reagrupamento dos inquiridos em dois grupos (Recetivos vs. Não Recetivos). Para este contraste binário, foi aplicado o Teste T-Student para amostras independentes, que visou maximizar o poder estatístico da comparação. Este conjunto de procedimentos detetou se existem evidências estatísticas de que a valorização da ITR está associada à predisposição para a mudança modal.

# Apresentação de Resultados

## Caracterização da Amostra

### Caracterização geral

| Categoria | Variável | % | Categoria | Variável | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Género | Feminino | 65,3 | Situação Profissional | Estudante | 39,7 |
| | Masculino | 34,7 | | Trabalhador-Estudante | 14,6 |
| Idade | 24 ou menos | 51,5 | | Trabalhador | 34,2 |
| | [25-35] | 16,2 | | Desempregado | 2,5 |
| | [36-45] | 7,6 | | Reformado | 8,5 |
| | [46-59] | 12,1 | | Outro | 0,5 |
| | [60-75] | 11,6 | Literacia Digital | Muito Alto | 51,3 |
| | 76 ou mais | 1,0 | | Alto | 26,6 |
| Escolaridade | Básico | 12,2 | | Médio | 10,1 |
| | Secundário | 28,4 | | Baixo | 7,5 |
| | Superior | 59,4 | | Muito Baixo | 4,5 |
| Possui Carro na Familia | Sim | 69,8 | Frequência do serviço | Elevada | 67,3 |
| | Não | 30,2 | perto da Residência | Média | 14,1 |
| | | | | Baixa | 5,0 |
| | | | | Não sabe | 13,6 |

*Tabela 4 - Frequência das variáveis recolhidas sobre a amostra total (N=199)*
*Fonte: Elaboração própria*

A amostra final validada para este estudo é constituída por (N = 199) indivíduos. No que respeita à distribuição por género, observa-se, pela tabela 4, uma predominância de respondentes do género feminino (65,3%), face a 34,7% do género masculino. Este perfil alinha-se com o perfil histórico de género dos clientes dos TUB , apresentando uma maioria feminina (65%) consistente com os estudos de Costa & Soares (2007), Politis et al. (2010) e Macedo et al. (2021).

O perfil geracional da amostra revela uma estrutura predominantemente jovem, com a faixa etária até aos 24 anos a representar mais de metade dos inquiridos (51,5%). Esta tendência de rejuvenescimento é consolidada pelo facto de 67,6% da amostra ter idade igual ou inferior a 35 anos. Este enviesamento juvenil é coerente com a estratégia de amostragem adotada, que incluiu polos de elevada densidade académica, como a Universidade do Minho, e reflete um dos grupos-alvo prioritários para a introdução de soluções tecnológicas no sistema de transportes. Em termos comparativos, a amostra assemelha-se ao perfil nacional traçado por Macedo et al. (2021), mas contrasta marcadamente com o cenário sueco, onde apenas 5% dos utilizadores pertencem a esta faixa etária jovem.

Adicionalmente, no que respeita à educação de nível superior, a presente amostra situa-se num intervalo intermédio entre os 50% observados em Portugal e os 70% registados na Suécia. O nível de

escolaridade dos indivíduos é predominantemente do ensino superior (59,4%). 54,3% dos indivíduos estuda e 48,7% trabalha.É importante destacar que existe uma sobreposição de 14,6% de trabalhadores-estudantes, um grupo que acumula ambas as responsabilidades.

A respeito da literacia digital, a amostra demonstra uma maturidade elevada, com 77,9% dos indivíduos a considerar ter um nível de conforto "Alto" ou "Muito Alto" no uso de tecnologias digitais. Este valor assemelha-se a Romero et al. (2022), onde utiliza uma variável que quantifica a habilidade tecnológica dos indivíduos de 1 a 5. Na amostra dos autores, 58,3% indica ter um nível de habilidade de 5 e 24,4% possui um nível de habilidade de 4. Este perfil sugere que a amostra possui as competências necessárias para utilizar soluções tecnológicas.

No que respeita a alternativas modais, 69,8% dos inquiridos referem possuir veículo próprio no agregado familiar, um dado que é comum com outros estudos (Macedo et al., 2021; Politis et al., 2010). Este indicador revela-se particularmente relevante para o planeamento estratégico de Braga, cujo objetivo passa por reduzir a dependência do transporte individual e promover a racionalização do seu uso.

Relativamente à frequência do serviço perto da residência, os dados indicam uma rede polarizada, uma vez que, 67,3% dos inquiridos residem perto de uma linha com frequência elevada (30 minutos ou menos), o que se alinha com as metas de eficiência para os eixos de maior procura na cidade consolidada. 14,1% dispõem de linhas de frequências médias (31 a 90 minutos) e 5% dipõem de um serviço de baixa frequência (mais de 90 minutos). É de notar que 13,6% dos participantes declararam não possuir informação relativa à oferta, um dado que reforça a pertinência de investir na melhoria dos sistemas de informação ao público e na dotação de paragens com painéis de tempo real.

Utilizadores de Transporte Público

| Categoria | Variável | % | Categoria | Variável | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Género | Feminino | 65,4 | Situação Profissional | Estudante | 39,0 |
| | Masculino | 34,6 | | Trabalhador-Estudante | 16,4 |
| Idade | 24 ou menos | 53,2 | | Trabalhador | 32,1 |
| | [25-35] | 16,5 | | Desempregado | 3,1 |
| | [36-45] | 6,3 | | Reformado | 9,4 |
| | [46-59] | 10,8 | | Outro | 0,0 |
| | [60-75] | 12,0 | Literacia Digital | Muito Alto | 51,6 |
| | 76 ou mais | 1,3 | | Alto | 25,8 |
| Escolaridade | Básico | 12,1 | | Médio | 10,7 |
| | Secundário | 32,5 | | Baixo | 7,5 |
| | Superior | 55,4 | | Muito Baixo | 4,4 |
| Possui Carro na Familia | Sim | 66,0 | Frequência do serviço | Elevada | 73,0 |
| | Não | 34,0 | perto da Residência | Média | 15,7 |
| | | | | Baixa | 5,7 |
| | | | | Não sabe | 5,7 |

*Tabela 5 - Frequência das variáveis recolhidas sobre os utilizadores de transportes públicos (N=159)*
*Fonte: Elaboração própria*

Não Utilizadores de Transporte Público

| Categoria | Variável | % | Categoria | Variável | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Género | Feminino | 65,0 | Situação Profissional | Estudante | 42,5 |
| | Masculino | 35,0 | | Trabalhador-Estudante | 7,5 |
| Idade | 24 ou menos | 45,0 | | Trabalhador | 42,5 |
| | [25-35] | 15,0 | | Desempregado | 0,0 |
| | [36-45] | 12,5 | | Reformado | 5,0 |
| | [46-59] | 17,5 | | Outro | 2,5 |
| | [60-75] | 1,0 | Literacia Digital | Muito Alto | 50,0 |
| | 76 ou mais | 0,0 | | Alto | 30,0 |
| Escolaridade | Básico | 12,5 | | Médio | 7,5 |
| | Secundário | 12,5 | | Baixo | 7,5 |
| | Superior | 75,0 | | Muito Baixo | 5,0 |
| Possui Carro na Familia | Sim | 85,0 | Frequência do serviço | Elevada | 45,0 |
| | Não | 15,0 | perto da Residência | Média | 7,5 |
| | | | | Baixa | 2,5 |

*Tabela 6 - Frequência das variáveis recolhidas sobre os não-utilizadores de transportes públicos (N=40)*
*Fonte: Elaboração própria*

A amostra foi segmentada em dois grupos distintos, constituídos por 159 utilizadores e 40 não-utilizadores de transportes públicos. As tabelas 5 e 6 apresentam a caracterização destes segmentos, respetivamente.

Do ponto de vista sociodemográfico, ambos os grupos partilham um perfil jovem (53,2% e 45%, respetivamente), estudante (55,4% e 50%, respetivamente), feminino (65,4% e 65%, respetivamente), com ensino superior (55,4% e 75%, respetivamente) e elevada literacia digital. De igual modo, a posse de veículo no agregado familiar é uma realidade predominante em ambos os casos, embora seja mais acentuada entre os não-utilizadores, com uma taxa de 85% contra 66% do grupo oposto. Relativamente ao conhecimento do sistema, destaca-se o facto de 45% dos não-utilizadores não possuírem informação sobre a frequência do serviço, verificando-se, no entanto, uma tendência comum de residência na proximidade de linhas com elevada frequência de passagem. Em suma, os dados permitem concluir que ambos os segmentos da amostra apresentam um perfil sociodemográfico muito específico e, em certa medida, enviesado pelas características demográficas dominantes nos locais onde o inquérito foi aplicado.

## Não Utilizadores de transporte público

| Motivo | % |
|---|---|
| Horários incompatíveis | 56,40% |
| Preferência por carro/privacidade | 46,20% |
| Frequência insuficiente | 30,80% |
| Necessidade de realizar etapas na viagem | 28,20% |
| Viagem demasiado longa | 17,90% |
| Transbordos incómodos / Risco | 17,90% |
| Preço / Custo | 7,70% |
| Desconforto a bordo | 7,70% |
| Insegurança pessoal | 2,60% |
| Outro | 2,60% |

*Tabela 7 - Frequência dos motivos indicados pelos não utilizadores de transportes públicos para a não utilização de transportes públicos (N=40)*
*Fonte: Elaboração própria*

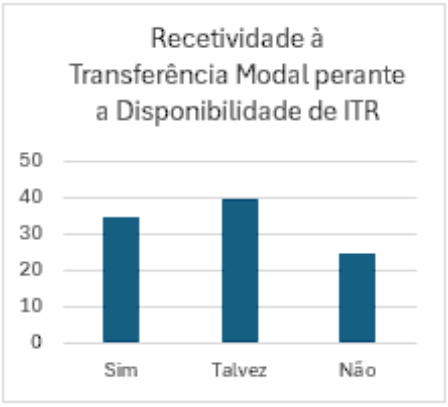



*Figura 5 - Histograma relativo aos níveis de recetividade à Transferência Modal perante a Disponibilidade de ITR (N=40)*
*Fonte: Elaboração própria*

No segmento dos não-utilizadores de transportes públicos, foram identificadas as barreiras para a não adoção do sistema, apresentados pela tabela 7. A principal barreira apontada é a incompatibilidade de horários, referida por 56,4% dos inquiridos deste segmento, o que sugere que o sistema atual apresenta dificuldades em ajustar-se à flexibilidade exigida pelas rotinas quotidianas deste grupo. Esta perceção pode estar ligada à elevada taxa de posse de veículo próprio neste segmento, uma vez que o automóvel permite a adoção de estilos de vida e horários mais fragmentados que a rigidez de uma rede de horários fixos raramente consegue servir com a mesma eficácia (Wolny, 2019). A figura 5 revela que 35% dos não-utilizadores admitem que a disponibilização de ITR constituiria um fator decisivo para a utilização, ainda que potencial, dos transportes públicos e 40% mostraram-se indecisos a esta ideia. Esta elevada recetividade sugere que a ITR atua diretamente sobre a incompatibilidade horária.

## Utilizadores de transporte público

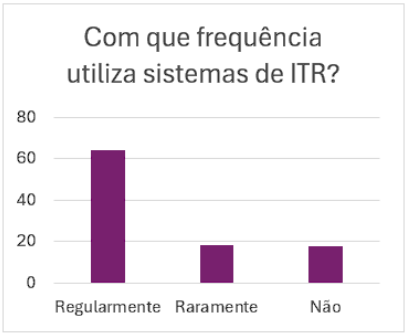



*Figura 7 - Histograma relativo aos níveis de frequência de uso de ITR (N=159)*
*Fonte: Elaboração própria*

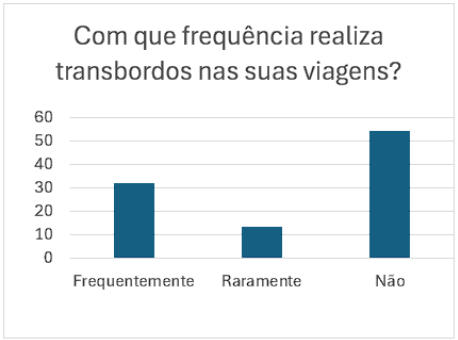



*Figura 6 - Histograma relativo aos níveis de frequência na realização de transbordo (N=159)*
*Fonte: Elaboração própria*

Neste segmento, a análise dos padrões de utilização revela indicadores significativos sobre a

estrutura logística das deslocações e a interação com a tecnologia. Quanto à complexidade das viagens, observa-se, na figura 6, que 54,4% dos utilizadores não realizam transbordos, uma vez que a maioria expressiva de 73% reside na proximidade de linhas de elevada frequência. Estes dados sugerem uma utilização centrada nos eixos principais e diametrais da rede dos TUB, onde a densidade da oferta possibilita a realização de trajetos diretos e frequentes e reduz a necessidade de etapas intermédias ou de tempos de espera prolongados no transbordo.

No domínio da literacia e adoção tecnológica, verifica-se, na figura 7, que os sistemas de ITR já constituem uma ferramenta consolidada na rotina de mobilidade, uma vez que 64,2% dos inquiridos utilizam estes sistemas de forma regular. Adicionalmente, 18,2% dos utilizadores referem recorrer a sistemas de ITR ocasionalmente, enquanto uma minoria de 17,6% afirma nunca ter utilizado este tipo de suporte nas suas deslocações. Esta elevada taxa de penetração reforça a prontidão dos utilizadores atuais

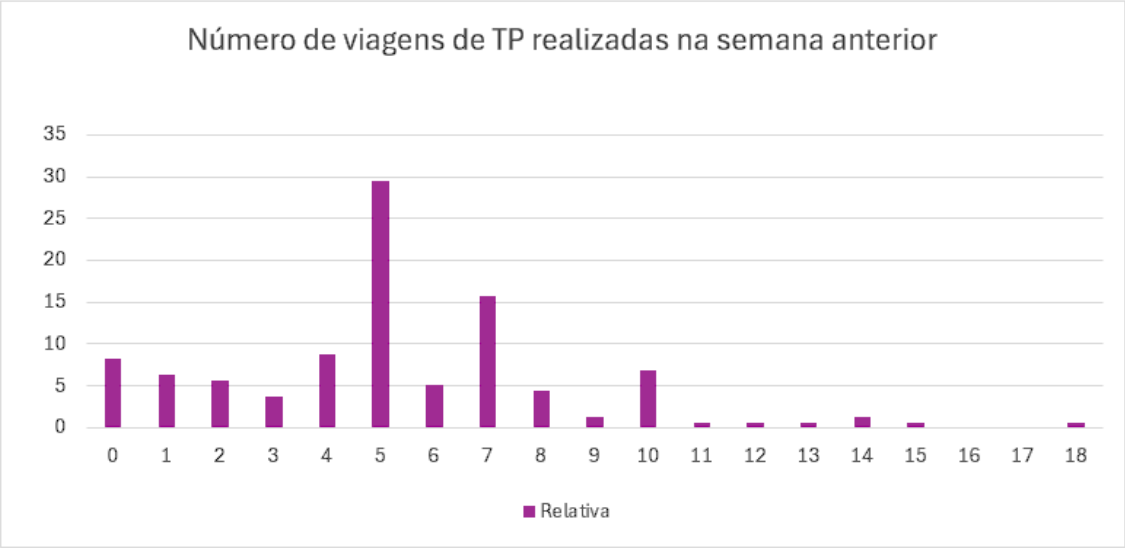



*Figura 8 - Histograma relativo à frequência relativa das viagens de transportes públicos realizadas na semana anterior à recolha dos dados (19/01/2026 – 23/01/2026) (N=159)*
*Fonte: Elaboração própria*

para a integração de soluções digitais que visem a otimização da experiência de viagem.

A figura 8 apresenta a análise da distribuição do número de viagens semanais. Esta revela um comportamento de mobilidade estruturado em torno das rotinas laborais e académicas da cidade de Braga. Adicionalmente, a tabela 8 permite observar que a convergência da moda e da mediana no valor de 5 viagens indica a prevalência do padrão pendular clássico, concentrado nos cinco dias úteis da semana. Esta tendência é corroborada pela concentração de respostas no intervalo entre as 4 e as 7 viagens, sendo que este último valor constitui um segundo pico relevante, identificando um grupo de utilizadores que recorre ao sistema de transportes diariamente.

## Caracterização dos Critérios de Análise

A tabela 8 resume ainda a estatística descritiva das variáveis numéricas em análise, sendo o número de viagens semanais e o índice de perceção da qualidade do sistema de ITR variáveis exclusivas

Análise descritiva dos critérios de análise

| | Nº de Viagens realizadas | Indice de perceção da eficácia da ITR | Valorização relativa da ITR |
|---|---|---|---|
| N | 159 | 159 | 196 |
| Média | 5,29 | 3,83 | 45,3 |
| Mediana | 5 | 4,00 | 49,5 |
| Moda | 5 | 4,75 | 50 |
| Desvio Padrão | 3,23 | 0,911 | 28 |
| Minimo | 0 | 1,00 | 0 |
| Maximo | 18 | 5,00 | 100 |

*Tabela 8 - Análise Descritiva das Variáveis e critérios de análise. Número de viagens, Índice de perceção de eficácia e a Valorização do sistema de ITR, respetivamente*
*Fonte: Elaboração própria*

do segmento dos utilizadores de transportes públicos. Observa-se que a amostra realizou, em média, 5,29 viagens na semana anterior ao inquérito, apresentando um desvio padrão de 3,23 viagens. A consistência dos hábitos de utilização é reforçada pelo facto de a mediana e a moda se fixarem nas 5 viagens semanais, apesar de se registar uma amplitude considerável entre o valor mínimo de 0 e o máximo de 18 viagens realizadas num período de sete dias.

Relativamente à valorização económica da informação, os dados revelam uma elevada utilidade percebida da ITR por parte dos utilizadores. Tomando como referência o custo do bilhete de bordo de 2,00€, a amostra atribui à ITR um valor médio correspondente a 45,3% do preço do título de transporte, com um desvio padrão de 28%. A análise das medidas de localização central permite aferir uma valorização ainda mais expressiva, com uma mediana de 49,5% e uma moda de 50%, o que indica que, para a maioria dos inquiridos, o acesso a informação fiável tem um valor percebido de aproximadamente metade do custo da viagem, ou seja, cerca de 1,00€. Os valores reportados situam-se entre 0% e um máximo de 100%, evidenciando que, apesar da dispersão das respostas, a ITR é amplamente reconhecida como um componente de elevado valor acrescentado na experiência de mobilidade.

**Estatísitca de fiabilidade do Índice de Satisfação com o sistema de ITR**

| | Exclusão da pergunta | |
|---|---|---|
| | Cronbach's α | McDonald's ω |
| **Nenhuma** | 0.614 | 0.658 |
| **Q10.1** | 0.454 | 0.519 |
| **Q10.2** | 0.591 | 0.659 |
| **Q10.3** | 0.686 | 0.709 |
| **Q10.4** | 0.509 | 0.598 |
| **Q10.5** | 0.516 | 0.559 |

*Tabela 9 - Testes de Consistência Interna (Alfa de Cronbach e Ómega de McDonald's) para o Construto do Índice de perceção de eficácia do sistema de ITR.*
*Fonte: Elaboração própria*

A fiabilidade do índice de perceção da qualidade do sistema de ITR foi aferida através do cálculo dos coeficientes Alfa de Cronbach ($\alpha$) e Ómega de McDonald ($\omega$), conforme apresentado pela tabela 9. A análise de sensibilidade revelou que a exclusão do terceiro item, "O sistema de ITR aumenta a probabilidade de eu usar o transporte público", permitiria elevar a robustez estatística do instrumento ($\alpha$=0,686 e $\omega$=0,709). Atendendo a que o coeficiente Ómega atingiu o limiar do valor considerado aceitável para estudos de natureza exploratória ($\omega$=0,70), prosseguiu-se com a validação e utilização deste índice refinado nas análises subsequentes. A análise descritiva dos resultados revela uma perceção globalmente positiva por parte dos utilizadores relativamente ao sistema de ITR. A tabela 8 revela que o índice apresenta uma média de 3,83 (Desvio Padrão = 0,911), situando-se acima do ponto médio da escala. A análise das medidas de localização central reforça esta tendência, com uma mediana de 4,00 e uma moda de 4,75, o que demonstra que a maioria das respostas se concentra nos níveis mais

elevados de satisfação. Os valores registados abrangem toda a amplitude da escala, com um mínimo de 1,00 e um máximo de 5,00. Uma vez que o desvio padrão é inferior a uma unidade, existe uma relativa consistência nas opiniões dos inquiridos, sem uma dispersão excessiva em torno da média.

## Análise Inferencial e Teste de Hipóteses

Kruskal-Wallis

| | $\chi^2$ | df | p | $\varepsilon^2$ |
|---|---|---|---|---|
| **Número de Viagens** | 6.76 | 2 | 0.034 | 0.0428 |
| **Indice de Eficácia da ITR** | 7.16 | 2 | 0.028 | 0.0453 |
| **Valorização da ITR** | 7.16 | 2 | 0.028 | 0.0462 |

*Tabela 10- Resultados do Teste de Kruskal-Wallis para a comparação de métricas segundo os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Regularmente, Raramente e Nunca).*
*Fonte: Elaboração própria*

Comparação de pares Dwass-Steel-Critchlow-Fligner

| Número de Viagens | | W | p |
|---|---|---|---|
| **Não utiliza ITR** | **Utiliza ITR raramente** | 0.454 | 0.945 |
| **Não utiliza ITR** | **Utiliza ITR regularmente** | 3.027 | 0.082 |
| **Utiliza ITR raramente** | **Utiliza ITR regularmente** | 2.674 | 0.141 |
| **Indice de Eficácia da ITR** | | | |
| **Não utiliza ITR** | **Utiliza ITR raramente** | -0.0794 | 0.998 |
| **Não utiliza ITR** | **Utiliza ITR regularmente** | 2.9707 | 0.090 |
| **Utiliza ITR raramente** | **Utiliza ITR regularmente** | 2.9359 | 0.095 |
| **Valorização da ITR** | | | |
| **Não utiliza ITR** | **Utiliza ITR raramente** | 2.21 | 0.262 |
| **Não utiliza ITR** | **Utiliza ITR regularmente** | 3.59 | 0.030 |
| **Utiliza ITR raramente** | **Utiliza ITR regularmente** | 1.57 | 0.506 |

*Tabela 11 - Resultados dos Testes de Comparações Múltiplas de Pares (DSCF) entre os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Regularmente, Raramente e Nunca).*
*Fonte: Elaboração própria*

Após a caracterização descritiva da amostra, procedeu-se à fase de estatística inferencial para testar as hipóteses formuladas. Inicialmente focou-se na relação entre os três níveis de frequência de utilização da tecnologia ITR e o comportamento de mobilidade dos inquiridos. O teste global de Kruskal-Wallis (tabela 10) confirmou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas na distribuição do número de viagens entre os três níveis de utilização de ITR ($\chi^2$= 6,76; p = 0,034). O tamanho do efeito encontrado ($\varepsilon^2$=4,28%) revelou-se superior aos valores de referência na literatura, que oscilam entre 1,7% e 2,3% (Brakewood & Watkins, 2019), sugerindo uma associação relevante entre a tecnologia e a indução de procura. Contudo, o teste de comparações múltiplas Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (Tabela 11) não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os pares específicos de grupos (p > 0,05), o que poderá ser atribuído ao desequilíbrio no tamanho das subamostras (o grupo de utilizadores frequentes representa 64,2% da amostra). Para mitigar esta limitação e aumentar o poder estatístico da análise, procedeu-se ao contraste binário através do teste de Mann-Whitney U (Tabela 12).

Estatística descritiva

| | Grupo | N | Média | Mediana | Desvio padrão | Mann-Whitney U | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Número de Viagens** | **Não utiliza ITR regularmente** | 57 | 4.40 | 5.00 | 2.890 | 2199 | 0.010 |
| | **Utiliza ITR regularmente** | 102 | 5.78 | 5.00 | 3.317 | | |
| **Indice de Eficácia da ITR** | **Não utiliza ITR regularmente** | 57 | 3.57 | 3.75 | 0.970 | 2166 | 0.007 |
| | **Utiliza ITR regularmente** | 102 | 3.98 | 4.25 | 0.847 | | |
| **Valorização da ITR** | **Não utiliza ITR regularmente** | 55 | 39.97 | 25.50 | 31.629 | 2151 | 0.020 |
| | **Utiliza ITR regularmente** | 101 | 49.47 | 50.00 | 27.102 | | |

*Tabela 12 - Estatística Descritiva e Teste de Mann-Whitney U: Comparação entre Utilizadores Regulares e Não Regulares de ITR. Fonte: Elaboração própria*

Ao comparar o grupo de utilizadores frequentes com o segmento de utilizadores ocasionais/não utilizadores, os resultados revelaram uma diferença significativa na distribuição dos postos médios (U = 2199; p = 0,010). Observou-se que o grupo de uso frequente apresenta uma média superior de viagens

(5,78 vs. 4,40), embora ambos partilhem uma mediana de 5 viagens semanais. Estes resultados fornecem evidência empírica para a aceitação da H1, indicando que o uso regular da tecnologia está positivamente associado a uma maior intensidade de utilização do transporte público.

Para validar a segunda hipótese (H2) analisou se o uso frequente da tecnologia está associado a uma avaliação mais positiva do sistema. Esta análise considerou duas dimensões: o Índice de Eficácia Percebida e a Valorização Económica Relativa da ITR. A aplicação do teste de Kruskal-Wallis, apresentado na tabela 10, revelou diferenças significativas na localização das distribuições para ambas as dimensões ($\chi^2$= 7,16; p = 0,028), com efeitos de magnitude semelhante, $\varepsilon^2$= 4,53% para o índice de eficácia da ITR e $\varepsilon^2$= 4,62% para a valorização da ITR. No teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (Tabela 11) , no que respeita à valorização económica, identificou-se uma distinção clara entre o grupo de não utilizadores e o de utilizadores frequentes de sistemas de ITR (W = 3,59; p = 0,03), , embora as restantes comparações entre pares tenham sido inconclusivas.

O refinamento da análise através do teste de Mann-Whitney U permitiu consolidar os indicadores de perceção e valorização, oferecendo uma visão mais clara sobre o impacto do hábito de uso. A respeito do Índice de Eficácia, o teste validou uma diferença estatisticamente significativa na localização das distribuições entre os grupos (U = 2166; p = 0,007). Esta disparidade manifesta-se de forma clara na análise das medianas, com o grupo de utilizadores regulares a registar um valor de 4,25 face aos 3,75 dos restantes utilizadores, o que sugere que a familiaridade e a experiência continuada com o sistema resultam numa perceção de qualidade e fiabilidade técnica superior.

Simultaneamente, no domínio da Valorização relativa da ITR, observou-se a discrepância mais expressiva de toda a análise inferencial (U = 2151; p = 0,02). Enquanto os utilizadores regulares de ITR atribuem, em mediana, metade do valor do título de transporte (50%) à componente informacional, os utilizadores não frequentes reportam uma utilidade relativa de apenas 25,5%. Estes indicadores confirmam que a interação frequente com a tecnologia não só melhora a avaliação técnica do serviço, como eleva drasticamente o peso que a informação assume na estrutura de preferências do passageiro. Em suma, a convergência destes resultados fornece a evidência empírica necessária para a validação integral da H2 ao demonstrar que a perceção de eficácia e o valor económico não são traços aleatórios ou estáticos, mas sim resultados dependentes da experiência, provando que o uso frequente funciona como um catalisador de aprendizagem que otimiza a confiança e a utilidade reconhecida pelo passageiro.

Estatística descritiva dos Grupos

| | Grupo | N | Média | Mediana | Desvio Padrão | Mann-Whitney U | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valorização da ITR | Não utilizadores de TP | 40 | 42.1 | 49.8 | 23.6 | 3007 | 0.723 |
| | Utilizadores de TP | 156 | 46.1 | 49.5 | 29.0 | | |

*Tabela 13 - Estatística Descritiva e Teste de Mann-Whitney U: Comparação entre Utilizadores e Não-Utilizadores de transportes públicos.*
*Fonte: Elaboração própria*

De seguida, realizou-se uma análise à valorização da ITR para determinar se a existência de sistemas de ITR constitui um fator relevante na escolha modal e atua como fator diferenciador na decisão dos indivíduos entre o recurso ao transporte público ou a opção pelo transporte individual (H3).

A análise iniciou-se com a comparação da valorização da ITR entre utilizadores e não-utilizadores de transporte público. Este teste inclui a totalidade da amostra N=199. O resultado apresentado pelo teste de Mann-Whitney U na tabela 13 não indicou uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos (U = 3007; p = 0,723), o que sugere que a valorização da informação não está diretamente associada ao facto de o indivíduo ser já um utilizador de transportes públicos. Todavia, a análise descritiva, previamente realizada revela uma mediana de 49,5%, o que permite inferir que a amostra global considera a informação uma componente essencial do serviço de transporte público.

Teste ANOVA

| | F | df1 | df2 | p |
|---|---|---|---|---|
| Valorização da ITR | 2.76 | 2 | 37 | 0.076 |

*Tabela 14 - Análise de Variância (ANOVA) da Valorização da ITR em função do nível recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Inércia modal (N=10), Atitude indecisa (N=16) e Propensão à mudança (N=14)).*
*Fonte: Elaboração própria*

Numa etapa subsequente, a investigação concentrou-se exclusivamente no segmento dos não-utilizadores de transportes públicos, composto por 40 indivíduos, para comparar a valorização da ITR em função dos três níveis de recetividade a experimentar o transporte público. A aplicação da ANOVA de um fator não produziu resultados com significância estatística (F = 2,76; p = 0,076), conforme decrito na tabela 14, não sendo possível rejeitar a hipótese de igualdade de médias. Este resultado estatístico poderá estar relacionado com a reduzida dimensão dos grupos, constituídos por 10, 16 e 14 indivíduos, respetivamente.

| | T-student | df | p | Cohen's d |
|---|---|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | -2.08 | 38.0 | 0.044 | -0.760 |

Estatística descritiva dos grupos

| | Grupo | N | Média | Mediana | Desvio Padrão |
|---|---|---|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | **Não recetivo a experimentar TP** | 10 | 29.3 | 24.8 | 20.1 |
| | **Recetivo a experimentar TP** | 30 | 46.4 | 50.0 | 23.3 |

*Tabela 15 - Estatística Descritiva da Valorização da ITR e Teste T-Student para os grupos de recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Resistencia estrutural (N=10) e Potencial de atração (N=30)).*
*Fonte: Elaboração própria*

De forma a aumentar o poder estatístico da análise, procedeu-se a um refinamento metodológico através do reagrupamento dos sujeitos. Os não-utilizadores recetivos à experiência, abrangendo as respostas afirmativas (Sim) e as de indecisão (Talvez), foram integrados num único grupo designado como recetivos a experimentar transporte público, sendo testada a sua diferença face aos indivíduos não recetivos. O teste t de Student para amostras independentes apresentada pela tabela 15, confirmou a existência de uma diferença estatisticamente significativa na valorização (t(38) = -2,08; p = 0,044) e um tamanho do efeito de magnitude elevada medido pelo d de Cohen (-0,760). Os resultados demonstram que os não-utilizadores recetivos a experimentar o sistema valorizam, em média, significativamente mais a ITR, com uma média de 46,4%, comparativamente aos 29,3% registados pelo grupo não recetivo. Estes resultados demonstram que existe uma associação positiva entre a valorização da tecnologia e a predisposição para a mudança modal, fornecendo evidência estatística para a aceitação da H3. Conclui-se que a ITR funciona como um fator diferenciador relevante, associando-se positivamente à intenção de transferência do transporte individual para o transporte público.

# Discussão dos resultados

Um dos resultados mais destacáveis deste estudo é a diferenciação clara entre os utilizadores regulares do sistema de ITR e os utilizadores ocasionais/não-utilizadores em termos de número de viagens realizadas. Os dados revelam que o uso frequente da tecnologia está positivamente associado a uma maior intensidade de utilização do transporte público (média de 5,78 viagens/semana) e a uma valorização económica do sistema ITR significativamente superior (mediana de 50% do valor do bilhete).

Ao interagir com o sistema de ITR, o utilizador deixa de ser um sujeito passivo e passa a utilizar a informação para tomar decisões ativas, como otimizar o tempo de espera ou alterar a sua velocidade de caminhada. Esta transição permite que o indivíduo aprenda a interpretar a sua precisão, gerindo a sua viagem de forma proativa antes mesmo de chegar à paragem (Dziekan & Kottenhoff, 2007).

A elevada valorização económica declarada (cerca de 1,00€ por viagem) corrobora com a ideia registada na literatura como “aversão à perda”: para o utilizador que "domina" a ferramenta, a informação tem um peso elevado no valor económico do transporte em si, pois é ela que garante a redução da incerteza e permite transformar o tempo de deslocação num recurso útil (Julsrud & Denstadli, 2017; Small, 2012).

O teste de Mann-Whitney U confirmou que os utilizadores regulares de ITR apresentam postos médios significativamente superiores na distribuição do número de viagens face aos utilizadores não frequentes. Embora ambos os grupos partilhem a mesma mediana (5 viagens), o teste de postos revela que o grupo de utilizadores frequentes de ITR tende a concentrar-se nos níveis superiores da escala de utilização.

Contudo, a magnitude desta associação ($\varepsilon^2$= 4,28%), revelada pelo teste de Kruskal-Wallis, revela-se superior aos valores de efeito declarados em estudos internacionais, que oscilam entre 1,7% e 2,3% (Brakewood & Watkins, 2019). Esta discrepância sugere que, na amostra estudada em Braga, a variável "informação" tem um peso mais acentuado na explicação da variância do comportamento de mobilidade do que o observado noutros contextos. Este dado reforça a ideia de que a tecnologia não é um elemento periférico, mas um fator central na dinâmica de utilização deste perfil específico de passageiros.

Neste cenário, o custo de perder um autocarro é psicologicamente e operacionalmente muito mais elevado. Assim, a ITR não funciona apenas como um acessório de conforto, mas como o que pode ser chamado de “Infraestrutura Invisível” que compensa as lacunas da oferta. A ITR atua como um substituto económico do aumento de frota, uma vez que reduz a perceção do tempo de espera de

forma tão eficaz como se houvesse um aumento real da frequência de passagem (Watkins et al., 2011).

No segmento dos não-utilizadores, os dados revelam um potencial de conversão relevante, embora de natureza declarativa. A incompatibilidade de horários (56,4%) surge como a barreira primária, seguida de perto pela preferência pelo automóvel e pela privacidade (46,2%). Este cenário sublinha o desafio competitivo dos TUB: para quem possui veículo próprio (85% deste segmento), o padrão de comparação é a flexibilidade e o isolamento do transporte individual.

A ITR, ao oferecer previsibilidade, mitiga a perceção de falta de fiabilidade dos transportes públicos, funcionando como o catalisador necessário para a transferência modal (Romero et al., 2022). Embora a tecnologia não altere a natureza partilhada do transporte público, ela mitiga o "custo de oportunidade" de abdicar do carro. O facto de 45% destes indivíduos declarar não possuir informação sobre as frequências reforça que a lacuna informacional é, por si só, uma barreira à entrada. Sem dados em tempo real, o utilizador de carro perceciona o autocarro como um risco para a sua gestão do tempo. Com o sistema de ITR, esse risco é quantificado e controlado.

A consistência destas intenções foi validada pelo teste T-student, que confirmou que os não-utilizadores "recetivos" à transferência modal apresentam uma valorização média da informação significativamente superior (46,4%) à do grupo não-recetivo (29,3%). Este resultado demonstra que um sistema de ITR acessível e percebido como eficaz é identificado como o fator capaz de mitigar o impacto da "aversão à perda" (Small, 2012), permitindo que potenciais passageiros considerem o sistema de transporte público como uma alternativa viável e menos incerta face ao transporte individual.

Em suma, no que diz respeito aos objetivos específicos e às hipóteses formuladas, o estudo permitiu validar as três premissas centrais da investigação. Primeiramente, confirmou-se a Hipótese 1, demonstrando que o grupo com uso frequente de sistemas de ITR apresenta uma média maior do volume de viagens semanais do que os restantes. No domínio da qualidade, a Hipótese 2 foi corroborada ao verificar-se que o grupo com maior familiaridade e uso regular do sistema apresenta uma média significativamente mais elevada de eficácia percebida por parte dos passageiros. Finalmente, a Hipótese 3 foi validada tanto para utilizadores atuais como para potenciais clientes recetivos, comprovando que a informação possui uma utilidade económica tangível. Estes resultados evidenciam que a ITR é capaz de mitigar a incerteza e funcionar como um catalisador para a transferência modal, afirmando-se como um ativo estratégico para a atratividade da rede urbana.

# Conclusão

A presente investigação permitiu analisar, de forma detalhada, o papel fundamental que os sistemas de ITR desempenham na perceção de qualidade e no comportamento de mobilidade dos utilizadores dos TUB. Ao longo deste estudo, foi demonstrado que a tecnologia não deve ser encarada meramente como um acessório digital, mas sim como uma "infraestrutura invisível" capaz de sustentar a confiança no sistema e mitigar as barreiras psicológicas associadas ao transporte público. Através da análise dos dados recolhidos, foi possível validar que a disponibilidade de informação fiável altera a dinâmica de utilização, transformando o passageiro num agente proativo na gestão do seu próprio tempo.

Um dos resultados mais destacáveis deste trabalho reside na validação das diferenças de comportamento entre os utilizadores regulares de ITR e os restantes perfis. Conclui-se que o uso frequente destas ferramentas tecnológicas está positivamente associado a uma maior intensidade de utilização do transporte público, com os utilizadores regulares a apresentarem uma média de viagens semanais significativamente superior. Este fenómeno sugere que a redução da incerteza e da ansiedade no momento da espera atua como um facilitador da mobilidade urbana. Paralelamente, a valorização económica atribuída a esta informação revelou-se surpreendente, com a mediana das respostas a situar-se nos 50% do valor do bilhete de bordo. Este dado é particularmente relevante para o planeamento estratégico, pois confirma que a utilidade marginal da informação é comparável à utilidade do próprio serviço físico de transporte, evidenciando que a previsibilidade é um atributo pelo qual o passageiro está disposto a "pagar" em termos de preferência.

A respeito do segmento dos não-utilizadores, a investigação trouxe luz sobre o potencial de captação de novos clientes para os TUB. A identificação de uma elevada recetividade à experimentação do sistema, condicionada à existência de ITR eficaz, demonstra que a lacuna informacional é uma das principais barreiras à entrada. O facto de os indivíduos mais recetivos à mudança modal valorizarem a informação de forma significativamente mais elevada do que os indivíduos não recetivos reforça a tese de que a ITR funciona como um catalisador para a transferência modal, especialmente para aqueles que possuem alternativas como o transporte individual, mas que considerariam o autocarro se o risco da incerteza temporal fosse eliminado.

Apesar do rigor estatístico aplicado, deve-se reconhecer as limitações metodológicas este estudo, começando pela sua natureza exploratória. A amostra obtida apresenta um enviesamento geracional e socioeducativo evidente, com uma forte predominância de jovens universitários. Embora este grupo seja um utilizador prioritário da tecnologia, a concentração de respostas neste estrato impede a generalização imediata dos resultados para a totalidade da população de Braga, exigindo cautela na extrapolação dos dados para perfis seniores ou com menor literacia digital. Adicionalmente, deve-se considerar a natureza declarativa dos dados, que estão sujeitos a vieses de memória. Um exemplo desta limitação é a métrica da intensidade de uso; ao solicitar-se o número de viagens realizado especificamente na semana anterior, assumiu-se esse valor como um pressuposto do padrão médio semanal. Esta abordagem justifica a ocorrência de valores nulos na amostra de utilizadores, que podem não ter realizado viagens naquele período específico por motivos pontuais, como férias ou doença, embora se identifiquem como clientes habituais do sistema.

Finalmente, este diagnóstico abre caminho para futuras investigações que possam aprofundar as interações entre as variáveis aqui caracterizadas. Sugere-se que trabalhos futuros explorem o efeito moderador da literacia digital na perceção de eficácia do sistema, de modo a garantir que a inovação tecnológica não se torne uma barreira de exclusão para passageiros menos destros digitalmente. Outra linha de investigação promissora prende-se com a análise da complexidade da viagem; seria relevante testar se a necessidade de realizar transbordos aumenta a dependência e a valorização da ITR como ferramenta de sincronização logística. Por último, o cruzamento entre a frequência do serviço e a utilidade da informação poderá confirmar se a tecnologia é mais crítica em linhas de baixa frequência, onde o custo de oportunidade de perder um autocarro é operacionalmente mais elevado. Em suma, este estudo constitui um ponto de partida para que os operadores de transporte possam desenhar estratégias de comunicação e tecnologia mais alinhadas com as necessidades reais e as estruturas de preferência dos cidadãos.

# Referências Bibliográficas


Brakewood, C., & Watkins, K. (2019). *A literature review of the passenger benefits of real-time transit information.* Transport Reviews, 39(3), 327–330. https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1472147

Cats, O., Jenelius, E. (2014). *Dynamic Vulnerability Analysis of Public Transport Networks: Mitigation Effects of Real-Time Information.* Netw Spat Econ 14, 435–463 (2014). https://doi.org/10.1007/s11067-014-9237-7

Cats, O., Koutsopoulos, H. N., Burghout, W., & Toledo, T. (2011). *Effect of Real-Time Transit Information on Dynamic Path Choice of Passengers*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2217(1), 46–54. https://doi.org/10.3141/2217-06

Chan, W. C., Wan Ibrahim, W. H., Lo, M. C., Suaidi, M. K., & Ha, S. T. (2020). *Sustainability of Public Transportation: An Examination of User Behavior to Real-Time GPS Tracking Application.* Sustainability, 12(22), 9541. https://doi.org/10.3390/su12229541

Costa, V., Marques, A., Soares, T. (2007). *Estudo de mobilidade da população residente no concelho de Braga: Relatório final*. Transportes Urbanos de Braga; Universidade do Minho.

Daguet, S., & Maradan, D. (2008). *Meso-economic indicators for environmental costs and benefits.* Theoretical and practical guidebook of meso analysis. Ecosys Inc., Geneva.

Dziekan, K., & Vermeulen, A. (2006). *Psychological Effects of and Design Preferences for Real-Time Information Displays*. Journal of Public Transportation, 9(1), 1–19. https://doi.org/10.5038/2375-0901.9.1.1

Dziekan, K., & Kottenhoff, K. (2007). *Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers.* Transportation Research Part A: Policy and Practice, 41(6), 489–501. https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.11.006

Ferris, B., Watkins, K., & Borning, A. (2010). *OneBusAway.* Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '10. https://doi.org/10.1145/1753326.1753597

Gillen, D., Chang, E., & Johnson, D. (2004). *Productivity Benefits and Cost efficiencies from its applications to public transit: The Evaluation of AVL.* Research in Transportation Economics, 8, 549–567. https://doi.org/10.1016/s0739-8859(04)08024-2

Guo, Z., & Wilson, N. H. M. (2011). *Assessing the cost of transfer inconvenience in public transport systems: A case study of the London Underground.* Transportation Research Part A: Policy and Practice, 45(2), 91–104. https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.11.002

Hernandez, S., & Monzón, A. (2016). *Key factors for defining an efficient urban transport interchange: Users' perceptions*. Cities, 50, 158–167. https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.09.009

INE. (2025). *Duração média dos movimentos pendulares da população empregada ou estudante. Estatísticas do INE (Portugal, Portugal continental, Braga, Transporte coletivo, Transporte privado...).* Acedido 23 de abril de 2025 de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0012331&contexto

=bd&selTab=tab2

INE. (2025). *Proporção da população empregada ou estudante que utiliza modos de transporte em viagens pendulares. Estatísticas do INE (Portugal, Portugal continental, Braga, Modo de transporte coletivo, Modo de transporte privado, Modo de transporte a pé...).* Acedido a 23 de abril de 2025 de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0013347&contexto=bd&selTab=tab2

Julsrud, T. E., & Denstadli, J. M. (2017). *Smartphones, travel time-use, and attitudes to public transport services. Insights from an explorative study of urban dwellers in two Norwegian cities.* International Journal of Sustainable Transportation, 11(8), 602–610. https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1292373

Justin S. Chang & Dongjae Jung (2017). *Valuations on quality of service for intercity travels using high-speed rail*. Transportation Letters, 9:4, 228-242, DOI: 10.1080/19427867.2016.1226726

Lucas, K., & Jones, P. (2012). *Social impacts and equity issues in transport: an introduction*. Journal of Transport Geography, 21, 1–3. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.032

Macedo, E., Teixeira, J., Sampaio, C., Silva, N., Coelho, M. C., Glinos, M., & Bandeira, J. M. (2021). *Real-time information systems for public transport: user perspective*. Transportation Research Procedia, 52, 732–739. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.088

Monzón, A., Hernandez, S., & Cascajo, R. (2013). *Quality of Bus Services Performance: Benefits of Real Time Passenger Information Systems*. Transport and Telecommunication Journal, 14(2), 155–166. Disponível em: https://doi.org/10.2478/ttj-2013-0013

Opdenakker, R. J. G. (2006). *Advantages and disadvantages of four interview techniques in qualitative research.* Forum Qualitative Social Research, 7(4), art.11.

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (2019). Diretiva (UE) 2019/1024, de 20 de junho de 2019, relativa aos dados abertos e à reutilização de informações do setor público. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 172, 56–83. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1024/oj?locale=pt

Politis, I., Papaioannou, P., Basbas, S., & Dimitriadis, N. (2010). *Evaluation of a bus passenger information system from the users' point of view in the city of Thessaloniki, Greece.* Research in Transportation Economics, 29(1), 249–255. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.07.031

Portugal. (2021, 26 de agosto). Lei n.º 68/2021: Aprova os princípios gerais em matéria de dados abertos e transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) 2019/1024. *Diário da República*, 1.ª série, (166), 2-11. https://dre.pt/dre/detalhe/lei/68-2021-169816174

Romero, C., Monzón, A., Alonso, A., & Julio, R. (2022). *Potential demand for bus commuting trips in metropolitan corridors through the use of real-time information tools.* International Journal of Sustainable Transportation, 1–12. Disponível em: https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1871131

Small, K. A. (2012). *Valuation of travel time. Economics of Transportation*, 1(1-2), 2–14. https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2012.09.002

Câmara Municipal de Braga. (2020). *Plano de Mobilidade Urbana Sustentável para a Cidade de Braga:*

*Proposta final — síntese.* [Review of *Plano de Mobilidade Urbana Sustentável para a Cidade de Braga: Proposta final — síntese.*] https://www.cm-braga.pt/pt

Transportes Urbanos de Braga. (2021). *Sistema de coroas do tarifário* [Mapa]. https://tub.pt/sistemacoroas/

Transportes Urbanos de Braga. (2021). *Sistema de informação ao utilizador e aplicação móvel* [Aplicação móvel e sistema de transporte]. https://tub.pt

Transportes Urbanos de Braga (TUB) (2024). *Relatório de Contas de 2023.* Acessado em 16 de abril de 2025. Disponível em: https://tub.pt/informacaoinstitucional/

Organização das Nações Unidas. (2025). *World Urbanization Prospects 2025: Summary of Results*. https://desapublications.un.org/publications/world-urbanization-prospects-2025-summary-results?_gl=1*1i5ew62*_ga*OTE4NDk3NDQuMTc3NzI5ODg5MQ..*_ga_TK9BQL5X7Z*czE3NzcyOTg4OTEkbzEkZzAkdDE3NzcyOTg5MDIkajQ5JGwwJGgw

Tang, L., & Thakuriah, P. (Vonu). (2012). *Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the City of Chicago.* Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 22, 146–161. https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.01.001

Tyrinopoulos, Y., & Antoniou, C. (2008). *Public transit user satisfaction: Variability and policy implications*. Transport Policy, 15(4), 260–272. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.06.002

Washington, S., Karlaftis, M.G., Mannering, F., & Anastasopoulos, P. (2003). *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis (3rd ed.)*. Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9780429244018

Watkins, K. E., Ferris, B., Borning, A., Rutherford, G. S., & Layton, D. (2011). *Where Is My Bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual wait time of transit riders.* Transportation Research Part A: Policy and Practice, 45(8), 839–848. https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.06.010

Wikimedia Commons. (2025). *Densidade populacional do município de Braga segundo os Censos de 2021* [Mapa]. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_densidade_Braga.png

Wolny, A. (2019). *Are suburban commuters confined to private transport? A case study of a medium-sized functional urban area (FUA) in Poland. Cities*, *92*, 82–96. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.013

Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory econometrics: A modern approach* (5th ed.). South-Western Cengage Learning.

Ye J, Chen J, Bai H, Yue Y. (2018). *Analyzing Transfer Commuting Attitudes Using a Market Segmentation Approach. Sustainability*, 10(7):2194. https://doi.org/10.3390/su10072194

# Anexos

## Anexo 1- Verificações dos pressupostos à normalidade e à homogeneidade das variâncias

Teste da Normalidade (Shapiro-Wilk)

| | W | p |
|---|---|---|
| **Número de Viagens** | 0.952 | <.001 |
| **Indice de Eficácia da ITR** | 0.947 | <.001 |
| **Valorização da ITR** | 0.933 | <.001 |

Teste Homogenidade das Variancias (Levene)

| | F | df1 | df2 | p |
|---|---|---|---|---|
| **Número de Viagens** | 1.73 | 2 | 156 | 0.180 |
| **Indice de Eficácia da ITR** | 1.93 | 2 | 156 | 0.149 |
| **Valorização da ITR** | 1.87 | 2 | 153 | 0.158 |

*Tabela 17 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Regularmente, Raramente e Nunca).*
*Fonte: Elaboração própria*

Teste da Normalidade (Shapiro-Wilk)

| | W | p |
|---|---|---|
| **Número de Viagens** | 0.951 | <.001 |
| **Indice de Eficácia da ITR** | 0.944 | <.001 |
| **Valorização da ITR** | 0.938 | <.001 |

Teste Homogenidade das Variancias (Levene)

| | F | df | df2 | p |
|---|---|---|---|---|
| **Número de Viagens** | 1.17 | 1 | 157 | 0.280 |
| **Indice de Eficácia da ITR** | 1.82 | 1 | 157 | 0.180 |
| **Valorização da ITR** | 3.58 | 1 | 154 | 0.061 |

*Tabela 16 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os Grupos de Frequência de Uso de ITR (Uso regular e Uso não regular).*
*Fonte: Elaboração própria*

Teste da Normalidade (Shapiro-Wilk)

| | W | p |
|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | 0.937 | <.001 |

Teste Homogenidade das Variancias (Levene)

| | F | df | df2 | p |
|---|---|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | 3.43 | 1 | 194 | 0.065 |

*Tabela 18 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os Grupos de escolha modal (Utilizador de transportes públicos e Não-Utilizador de transportes públicos).*
*Fonte: Elaboração própria*

Teste da Normalidade (Shapiro-Wilk)

| | W | p |
|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | 0.979 | 0.653 |

Teste Homogenidade das Variancias (Levene)

| | F | df1 | df2 | p |
|---|---|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | 0.288 | 2 | 37 | 0.751 |

*Tabela 20 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os grupos de nível recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Não recetivo à ideia (N=10), Talvez (N=16) e recetivo à ideia (N=14)).*
*Fonte: Elaboração própria*

Teste da Normalidade (Shapiro-Wilk)

| | W | p |
|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | 0.959 | 0.159 |

Teste Homogenidade das Variancias (Levene)

| | F | df | df2 | p |
|---|---|---|---|---|
| **Valorização da ITR** | 0.00109 | 1 | 38 | 0.974 |

*Tabela 19 - Testes de Verificação de Pressupostos: Normalidade (Shapiro-Wilk) e Homogeneidade de Variâncias (Levene) para os grupos de recetividade à ideia de experiência de utilização de transportes públicos se tivesse acesso a um sistema de ITR eficaz (Resistencia estrutural (N=10) e Potencial de atração (N=30)).*
*Fonte: Elaboração própria*

# Anexo 2 - Questionário

Start of Block: Sistemas de Informação em Tempo Real

Q1
**Sistemas de Informação a Tempo Real**
O inquérito desenvolvido no âmbito deste estudo tem como objetivo avaliar a perceção e a aceitação dos Sistemas de Informação em Tempo Real (ITR) entre os utilizadores e potenciais utilizadores dos Transportes Urbanos de Braga (TUB). Estes sistemas disponibilizam informação atualizada sobre horários, tempos de espera e localização dos autocarros, por meio de painéis nas paragens e aplicações móveis. As suas respostas são anónimas e confidenciais e serão tratadas apenas no âmbito da presente dissertação. O questionário demora cerca de 5 minutos para ser preenchido e não há resposta certa ou errada — apenas a sua opinião conta. Agradeço-lhe por apoiar esta investigação e, potencialmente, por dedicar alguns minutos do seu tempo a apoiá-la e a melhorar a mobilidade urbana em Braga.

○ Ao avançar, aceito participar e concordo com os termos descritos acima. (1)

End of Block: Sistemas de Informação em Tempo Real

Start of Block: Block 2

Q2 Assinale todas as opções aplicáveis. Reside, Estuda, Trabalha no concelho de Braga?

☐ Resido em Braga. (1)

☐ Estudo em Braga. (2)

☐ Trabalho em Braga (3)

☐ Apenas visito Braga (5)

☐ Nenhum (4)

Q3 Possui automóvel no agregado familiar?

○ Sim (1)

○ Não (2)

Q4 Qual é o seu nível de conforto ao utilizar tecnologias digitais (telemóvel, apps, internet)?

- ○ Muito alto — Sinto-me totalmente à vontade; uso várias apps e exploro novas funcionalidades. (1)
- ○ Alto — Uso apps com facilidade e aprendo rapidamente coisas novas. (2)
- ○ Médio — Precisaria de tempo para me acostumar com uma aplicação nova (3)
- ○ Baixo — Consigo usar algumas funções básicas, mas evito apps novas. (4)
- ○ Muito baixo — Tenho muita dificuldade; só consigo usar com ajuda. (5)

Q5 Frequência da linha TUB mais próxima da sua residência durante a semana? ***No caso de não residir em Braga, considere a linha ou paragem mais próxima do local onde habitualmente inicia as suas deslocações dentro da cidade (Ex: Terminal rodoviário, Estação CP, ...).***

- ○ Frequência Elevada (30 minutos ou menos entre autocarros) (1)
- ○ Frequência Média (31 a 90 minutos) (2)
- ○ Frequência Baixa (mais de 90 minutos) (3)
- ○ Não sei / não tenho autocarro próximo (4)

Q6 Utiliza transportes públicos urbanos (TUB)?

- ○ Sim (1)
- ○ Não (6)

End of Block: Block 2

Start of Block: Padrões de mobilidade

*

Q7 Quantas viagens (ida e volta =1) fez em transportes públicos na última semana?

_____

Q8 Nas suas viagens habituais, precisa de realizar transbordos (trocar de autocarro/linha)?

- ○ Sim, frequentemente (1)
- ○ Sim, às vezes (2)
- ○ Não (3)

Q9 Utiliza habitualmente os sistemas de Informação a tempo real dos TUB (app, paineis nas paragens)?

- ○ Sim, regularmente (1)
- ○ Sim, mas raramente (2)
- ○ Não utilizo (3)

End of Block: Padrões de mobilidade

Start of Block: Satisfação com o Serviço de Transporte público

Q10 Indique o seu grau de concordância ou discordância relativa às seguintes afirmações.

| | Discordo Completamente (1) | Discordo parcialmente (2) | Não concordo nem discordo (3) | Concordo parcialmente (4) | Concordo totalmente (5) |
|---|---|---|---|---|---|
| Confio na informação em tempo real dos TUB. (1) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A informação em tempo real reduz a incerteza enquanto espero. (2) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A informação em tempo real aumenta a probabilidade de eu usar o transporte público. (3) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| No geral, estou satisfeito(a) com o serviço dos TUB. (4) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A informação em tempo real (app ou painéis) está disponível e atualizada sempre que necessito. (5) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

End of Block: Satisfação com o Serviço de Transporte público

Start of Block: A utilidade, para si, da informação a tempo real

Q11 Imagine que o bilhete a bordo custa 2€. Para si, a informação em tempo real nas paragens e na aplicação vale quanto desse dinheiro?

| | Euros (€) |
|---|---|
| | 0 0 0 1 1 1 1 2 |
| Serviço de informação em tempo real (1) |  |

End of Block: A utilidade, para si, da informação a tempo real

Start of Block: Block 9

Q12 Qual é o seu género

- ○ Feminino (1)
- ○ Masculino (2)
- ○ Outro/Prefiro não dizer (3)

Q13 Seleciona a sua Faixa Etária

- ○ 24 ou menos (1)
- ○ [25-35] (2)
- ○ [36-45] (3)
- ○ [46-59] (4)
- ○ [60-75] (5)
- ○ 76 ou mais (6)

Q14 Situação profissional

- ○ Estudante (1)
- ○ Trabalhador-Estudante (2)
- ○ Trabalhador (3)
- ○ Desempregado (4)
- ○ Reformado (5)
- ○ Outro (6) _____

Q15 Nível de escolaridade mais elevado que possui ou está a frequentar?

- ○ Básico (1)
- ○ Secundário (2)
- ○ Ensino Superior (3)

End of Block: Block 9

Start of Block: Block 6

Q16 A disponibilização de informação em tempo real fiável por parte dos operadores poderia levá-lo a experimentar o transporte público?

- ○ Sim (1)
- ○ Talvez (2)
- ○ Não (3)

Q17 Se respondeu "Não" ou "Talvez", por que motivo? (Selecione os motivos que considera

mais importantes)

- [ ] Frequência insuficiente (Passa poucas vezes) (1)
- [ ] Viagem demasiado longa (2)
- [ ] Transbordos incómodos/ Risco de perder a ligação (3)
- [ ] Horários incompatíveis com a minha rotina (4)
- [ ] Desconforto a bordo (ex: Lotação excessiva, higiene) (5)
- [ ] Necessidade de carro para outras etapas (ex.: levar crianças) (6)
- [ ] Insegurança pessoal (furto, assédio, discriminação) (10)
- [ ] Preço/custo (7)
- [ ] Preferência por carro/privacidade (8)
- [ ] Outro (9) _____

End of Block: Block 6