

IST Shuttle - sistema de gestão em tempo real do serviço de *shuttle* - *front-office*

Ricardo Andrade Fernandes
Email: ricardo.a.fernandes@ist.utl.pt
Nº Mecanográfico: 76684

Instituto Superior Técnico
Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores
Projecto de Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores

Resumo Este documento apresenta uma proposta para um sistema de reservas de lugares no *shuttle*, um serviço disponibilizado pelo Instituto Superior Técnico (IST) que permite o transporte de alunos entre os dois *campi* do mesmo. A solução irá permitir que os utilizadores reservem viagens no *shuttle*, tendo em conta o horário já existente, evitando que assim se desloquem para as paragens quando aquele já estiver lotado. Do mesmo modo, irá evitar deslocações desnecessárias às paragens quando não existirem passageiros que pretendam entrar ou sair, de forma a diminuir custos e poupar o meio ambiente. Também será possível controlar a utilização deste serviço, conseguindo-se um registo real e correto da mesma. Assim será apresentada uma possível solução que tem em conta as prioridades e objetivos do IST, as expectativas dos utilizadores e as funcionalidades espetáveis da aplicação, considerando outras soluções para problemas semelhantes. Serão apresentados os sistemas já existentes, focando os problemas que estes apresentam e explicando por que motivo não são soluções válidas. Serão também apresentados os dados de utilização deste serviço nos anos anteriores, de modo a comprovar que o atual sistema de controlo de utilização não será dos melhores, expondo-se as falhas do mesmo. Por fim, o objetivo é mostrar as medidas tomadas para desenvolver a solução, porque é tão importante para os utilizadores e que irá o IST ganhar com isso.

Palavras-chave: *Shuttle*, Gestão de Reservas, Controlo de Utilização, Interface Web, Dispositivos Móveis

1 Introdução

1.1 Enquadramento

O IST iniciou a sua atividade em 1911, tendo esta sido integralmente desenvolvida em Lisboa até ao ano 2000, quando entrou em funcionamento o pólo do Taguspark. Este pólo, sediado na confluência dos Concelhos de Sintra e Oeiras,

no maior parque de Ciência e Tecnologia português, situa-se a cerca de 20Km do *campus* da Alameda, servindo uma população estudantil de cerca de 1800 alunos. A pouco eficiente rede de transportes públicos que serve os utentes do parque tem levado a um crescente uso de serviços privados de transportes pelas entidades que nele desenvolvem parte da sua atividade, como seja o IST. Foi neste contexto que, em 2005 foi lançado um serviço de *shuttle*, destinado a melhorar a acessibilidade ao *campus* do Taguspark.

Quando este serviço começou não tinha grande aceitação por parte da comunidade, porque a frota era muito reduzida e os horários e percursos disponibilizados muito limitados. Contudo, com a evolução da utilização e do serviço, este melhorou substancialmente e hoje tem um leque alargado de horários. Atualmente, o serviço de *shuttle* é constituído por um conjunto de carreiras regulares que asseguram o transporte entre os dois *campi* e as estações de Cacém e de Oeiras, e um conjunto de carreiras ocasionais, que decorrem da necessidade de transportes fora destes períodos associadas à realização de testes e exames.

Na atual configuração do serviço, existe um autocarro permanentemente alocado ao IST, que é reforçado no período da manhã, almoço e final da tarde, períodos de maior afluência. Para proceder ao planeamento da capacidade e à definição de carreiras, existem registos diários da ocupação de cada autocarro e das entradas/saídas em cada paragem que são recolhidas pelos motoristas. Todavia, este tipo de mecanismo não permite gerir as variações de procura, de forma eficiente, verificando-se a ocorrência de situações em que o autocarro vai completamente lotado – por vezes não há lugar para todos os utilizadores – e noutras em que contabiliza apenas um número muito reduzido de passageiros, fazendo paragens desnecessárias.

Segundo estudos deste ano letivo, o valor máximo de ocupação média do *shuttle* registou-se em setembro e foi cerca de 69%¹. Como tem sido tendência natural dos últimos anos, verificam-se taxas de ocupação mais reduzidas ao longo do semestre. Contabilizando apenas os valores médios dos primeiros quatro meses do ano letivo (setembro a dezembro) o serviço transportou 1977 passageiros. Com um nível de utilização tão elevado, em muitas situações, os passageiros deparam-se com um autocarro totalmente lotado, impossibilitando-os de se deslocarem entre os *campi* nos horários pretendidos.

1.2 Ojetivo e proposta de solução

O serviço de reserva de bilhetes para o *shuttle* tem por objetivo possibilitar a gestão eficiente do serviço oferecido pelo IST, possibilitando dos utentes procederem à reserva prévia de viagens e cancelamento, em tempo real, de viagens reservadas.

Adicionalmente, e uma vez que é expectável que os utentes se esqueçam de reservar lugares, pelo menos na fase inicial de lançamento do serviço, as reservas deverão incidir sobre uma percentagem (parametrizável) da capacidade do

¹ Taxe de ocupação média diária em todas as carreiras do mês de setembro

veículo. Deverão ainda ser consideradas situações prioritárias, em que o transporte do utente em causa deva ser assegurado, e situações em que, por forma a incentivar a utilização responsável, e por o serviço ser gratuito, exista uma penalização.

Os utentes devem usar a sua identidade IST para aceder ao sistema, podendo realizar estas operações através de um dispositivo móvel ou fixo. A gestão de reservas será centralizada num servidor que se encarrega de responder aos pedidos dos utentes, em função do estado de ocupação do veículo e do perfil do utente. A lista de reservas de cada viagem deverá ser enviada para o veículo, de forma a que possa ser validada no ato de entrada de passageiros. A validação pode ser realizada automaticamente por um sistema existente no veículo, ou manualmente, pelo condutor do autocarro.

O sistema deverá ainda disponibilizar um conjunto de estatísticas que permitam ao IST gerir o serviço de forma mais eficiente.

2 Arquitectura

2.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais da aplicação foram identificados com base em inquéritos e entrevistas realizadas aos possíveis utilizadores da mesma. Ambos tiveram por objetivo avaliar o serviço atual e identificar o interesse para a comunidade dum serviço de reserva de bilhetes, e os moldes de funcionamento do mesmo.

Dos resultados dos inquéritos e das entrevistas, conclui-se que:

- Na maioria, quem tem dispositivos móveis acede à Internet através dos mesmos
- Mais de 60% dos utilizadores do shuttle já ficaram sem lugar pelo menos uma vez
- Cerca de 80% dos inquiridos opta por limitar os lugares reserváveis a uma percentagem da lotação do veículo
- Cerca de 70% dos inquiridos está disposto a efetuar reservas de bilhetes para o shuttle
- Há uma divisão bastante balanceada entre o tipo de reservas - planeada ou tempo real - a adotar no sistema
- Não existe um consenso claro sobre a importância das diferentes modalidades de reserva
- Tem de existir penalizações para os faltosos, sendo que esta deve ser o condicionamento das reservas
- As prioridades dos utilizadores devem ser analisadas caso a caso e apenas deve ser dada em determinadas situações, nomeadamente as que decorrem de situações de incapacidade temporária ou outras situações afins.

Assim temos que o sistema deve atingir determinadas funcionalidades, sendo elas:

Sistema de gestão de reservas A solução tem de permitir que os utilizadores do *shuttle* possam gerir viagens neste serviço, sendo assim obrigatório que o sistema faça a validação dos utilizadores, garantindo que estes estão ligados ao instituto. Estas funcionalidades devem poder ser efetuadas tanto em tempo real como de forma planeada, abrangendo assim as duas opções que geram maior divisão entre as respostas dos inquiridos.

Em segundo lugar, é necessário saber, a cada momento, a quantidade de lugares vagos para cada horário. Deve também possibilitar as reservas em autocarros extra - adicionados ao horário normal para situações excepcionais como testes ou exames.

Para além de validar os utilizadores, o sistema deve validar as reservas e registar as entradas no veículo, garantindo que, numa situação ideal, só entra no autocarro quem tiver feito a reserva previamente. Apenas estará disponível para reservas uma percentagem da lotação total do veículo. Esta percentagem é variável de veículo para veículo.

Os utilizadores que não cumprirem uma reserva devem ser penalizados, enquanto que os cumpridores devem ter alguns benefícios sobre reservas futuras. Os utilizadores com incapacidade física permanente ou por uma quantidade de tempo limitada, devem ter prioridade sobre os restantes.

Por fim, o sistema deve continuar a ser gratuito para todos os utilizadores.

Sistema de gestão de carreiras Como já existe um horário para as carreiras do *shuttle* pré definido, tem de existir a possibilidade de acrescentar ou eliminar carreiras, percursos e horários. O administrador do sistema deve poder inserir ou eliminar veículos, parametrizando a lotação em cada carreira.

Sistema de gestão de estatísticas Dado que o sistema consegue indicar os utilizadores que efetuaram reservas e quais estiveram presentes ou não, deve ter a capacidade de gerar estatísticas de utilização automaticamente, por forma a ajustar este mesmo serviço às necessidades dos utilizadores.

Interface aplicação - utilizador A aplicação deverá funcionar em diferentes tipos de dispositivos. Deverá ser simples, fácil e intuitiva, em termos de funcionamento e usável para os diferentes dispositivos móveis existentes.

2.2 Requisitos não funcionar

No que respeita aos requisitos de desempenho é necessário considerar algumas questões, nomeadamente associadas às questões de:

Autenticação Uma vez que o sistema só pode ser acedido por pessoas ligadas ao IST, é obrigatório que no sistema exista uma maneira do utilizador se identificar, fornecendo credenciais válidas para aceder à aplicação.

Segurança As credenciais de utilizador devem estar protegida e codificadas, de modo a que possíveis ataques ao sistema não possam roubar essas credencias.

O sistema deve manter os dados afetos a cada utilizador privados, evitando assim que terceiros possam ver informações privadas, como por exemplo o email, e hábitos de viagem.

Integridade Os dados guardados são preservados, sendo que a alteração dos mesmos apenas pode ser feita por utilizadores autorizados para tal. Não podem existir inconsistências nem duplicação de dados.

Portabilidade O sistema deve funcionar em diferentes *browsers* e dispositivos móveis.

Integração O sistema deve estar integrado com a *Application Programming Interface* (API) do *Fénix*, devendo alimentar a tabela de utilizadores com dados extraídos desta.

Tempo de resposta Os requisitos de desempenho são medidos tendo em conta o tempo decorrido a partir do momento que um utilizador faz um pedido até receber a resposta da aplicação. Neste caso, existe a possibilidade de ser instantâneo ou variável.

2.3 Descrição geral do sistema

O sistema é composto por três atores, sendo elas o utilizador do serviço, o administrador de sistema, e o motorista do autocarro, e um componente, o sistema central que faz toda a solução funcionar.

Começando pelos utilizadores, estes têm acesso, após efetuarem a autenticação no sistema, à gestão de reservas. Aqui podem fazer, alterar ou cancelar reservas e consultar o estado das mesmas, os dados sobre as carreiras, bem como os resultados de atribuição de reservas.

As configurações do serviço e a análise dos dados estão a cargo do administrador de sistema, que tem a responsabilidade de, quando assim se justificar, fazer as alterações relativas ao percurso, horário, lotação do veículo, número de lugares reserváveis em cada carreira e de configurar os mecanismos de reserva relativos às prioridades e penalizações. O administrador fica igualmente responsável pela componente de análise de dados.

Uma ficha de viagem, que contém o percurso, horário, número e lista de reservas, é passada para o motorista, tendo assim a responsabilidade de validar e registar as entradas dos passageiros na viatura e de fazer chegar essas informações ao componente de análise de dados.

A nível interno, as interações existentes dizem respeito à passagem e armazenamento de informação. Do lado das funcionalidades do cliente, existe uma interação que permite a validação das credenciais do utilizador, recorrendo à API do *Fénix*, enquanto que do lado das funcionalidades do administrador existe uma que permite gerar a ficha de viagem, que é passada aos motoristas, com toda

a informação necessária para a posterior análise estatística. Existe ainda uma outra interação de modo a que, quando um utilizador fizer uma reserva, os dados desta sejam passados para a ficha de viagem.

A Figura 1 mostra o diagrama dos grandes blocos e interações entre os diferentes componentes do sistema. Nesta figura não são incluídos os atores.

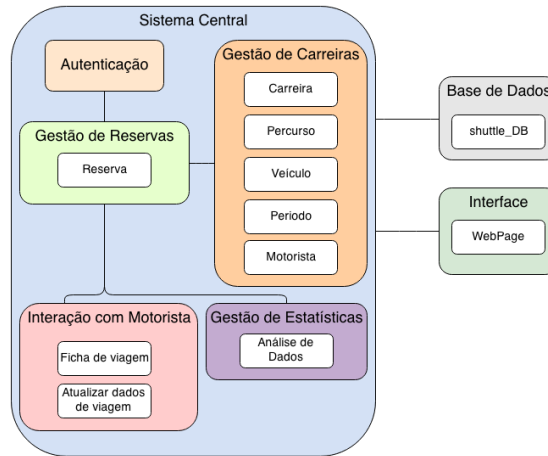


Figura 1: Diagrama de blocos dos componentes do sistema.

3 Implementação

3.1 Opções de implementação

É essencial que o sistema conseguia identificar diferentes utilizadores e guardar dados dos mesmos, permitir fazer reserva quer em tempo real quer de forma planeada, bem como anular reservas previamente feitas, alertar os utilizadores quando alguma situação se alterar e que o pagamento e reembolso dos créditos para as viagens seja feito de forma automática. O pagamento será sempre fictício e serve inculir nos utilizadores a sensação de responsabilidade pelas suas reservas.

Como é facilmente identificável pela Tabela 1, nenhum dos sistemas existentes cobre todas as áreas essenciais para o funcionamento da aplicação, e como tal a opção tomada foi criar uma aplicação de raiz.

3.2 Aplicação final desenvolvida

A aplicação disponibiliza alguma informação sobre o *shuttle*, que engloba horário e percursos, o regulamento da aplicação e uma página de contactos mesmo que o utilizador não esteja autenticado. Após fazer o *login*, dependendo da sua função o utilizador tem acesso a diferentes menus. Todos os utilizadores válidos terão

Nome	Conta de utilizador	Reserva (TR e Plane.)	Anular reserva	Alerta utilizadores	Pagamento automático	Reembolso
OD Matrix					✓	
EZ-Link	✓				✓	
QR Code Ticket	✓			✓	✓	
Rede Expressos		✓	✓		✓	✓
SuperShuttle	✓	✓			✓	✓
OEBB	✓	✓	✓		✓	✓
Parking with VANET		✓		✓		
Car Parking Locator	✓			✓	✓	
SPARK				✓		
Managed Motorway		✓		✓	✓	
ILR	✓	✓	✓	✓	✓	

Tabela 1: Síntese de componentes essenciais de outros sistemas.

acesso ao menu das reservas que lhes permite fazer e cancelar reservas e consultar o estado de uma reserva.

Caso seja um administrador do sistema, terá também acesso a um menu que permite gerir as carreiras, criando novas ou eliminando as existentes, gerir percursos, veículos, motoristas e períodos de funcionamento de cada carreira. O administrador do sistema terá também a seu encargo a funcionalidade de atualizar a prioridade de um utilizador sinalizando-o ou não como prioritário, a funcionalidade de análise de estatísticas e ainda a reserva de viagens únicas para pessoas que não pertencem ao IST mas que por algum motivo podem utilizar o serviço.

O lado da interação com o motorista fica a cargo da secretaria, que tem de imprimir e entregar ao motorista a ficha de viagem, com informação sobre a data, hora, percurso e lista de alunos confirmados naquela carreira, bem como atualizar os dados referentes às presenças em cada carreira.

Por fim existe ainda um menu para um "super utilizador" que fica responsável pela alteração das variáveis globais de todo o sistema.

De modo interno, cabe ao sistema automaticamente gerar a lista de reservas confirmadas, informando os utilizadores se as reservas em espera foram confirmadas ou rejeitadas e enviar as mensagens provenientes da página de contactos

para um email específico e definido previamente. Todos os emails de confirmação e informação enviados da aplicação para os utilizadores são igualmente feitos de forma automática pela aplicação.

4 Avaliação

4.1 Objetivo dos testes

Por forma a aferir a qualidade e desempenho da aplicação desenvolvida foram feitos testes ao longo do desenvolvimento. Esses testes, numa primeira fase, realizaram-se componente a componente, sendo que o seu espectro se foi alargando até se possível a realização de um conjunto de testes com utilizadores reais.

Deste modo, inicialmente os testes eram feitos a pequenos pedaços de código para garantir que as funções estavam a funcionar como esperado, tentado assim apanhar algumas falhas que poderiam comprometer o funcionamento do sistema na sua globalidade. Depois dos módulos estarem testados, o objetivo passou a ser garantir a correta integração dos diferentes interfaces e módulos desenvolvidos. Como os interfaces da aplicação web foram sendo construídos e vistos praticamente ao mesmo tempo e em tempo real, os interface e componentes foram integrados de uma forma interativa e assim como os testes realizados sobre eles, isto porque parte dos interfaces mostra mensagens de sucesso ou de falhas ao utilizadores mediante o resultado de determinada ação. Por fim, já com a aplicação praticamente finalizada, foram feitos ao sistema em geral para comprovar que atingia os requisitos especificados.

Uma vez que estes testes não poderiam ser feitos com utilizadores reais, os dados utilizados na base de dados não eram dados reais, muitas vezes os dados foram introduzidos diretamente nas tabelas com o intuito de forçar que o sistema falhasse, garantindo assim que caso falhasse a totalidade do sistema não seria comprometida, e que os dados da base de dados não fossem alterados e/ou danificados.

O sistema deveria permitir aos utilizadores gerirem as suas reservas, sendo garantida a estes lugar numa viagem no *shuttle* assim que a reserva fosse confirmada. Em relação às questões administrativas, o sistema deveria possibilitar a gestão de carreiras, percursos e horários do *shuttle*. Dado que a aplicação vai ser o interface que liga o serviço do *shuttle* aos seus utilizadores e administradores de sistemas, os testes são importante para garantir o desempenho, funcionamento e usabilidade da aplicação.

Apenas uma aplicação fiável é capaz de atrair os utilizadores. Como tal, a partir do momento que foi possível realizar pequenos testes com utilizadores, os mesmos foram feitos. O objetivo nessa altura não era atingir a perfeição, mas ver a aceitação que o sistema tinha perante o utilizador e se os resultados pedidos era fáceis de se atingirem. Relembro que estes testes foram feitos em fases iniciais e a um número muito reduzido de utilizadores.

4.2 Resultados dos testes

Foram realizados três tipos de testes: de sistema, de aceitação e de carga e performance.

Das baterias de testes de sistema existentes, era expeável que a solução passasse em todos os testes, tal como aconteceu, até porque de outra forma o sistema não estaria em condições de ser utilizado.

Em relação aos testes com utilizadores, apesar de não ter sido realizados um grande número de testes, os resultados obtidos superaram as expeativas em larga escala, com alguns utilizadores a realizarem as atividades em menos tempo do que esperado. A média de tempo demorado em todas as atividades ficou sempre a baixo do tempo limite para a realização de cada atividade, assim como o grau de dificuldade. Ainda assim, esporadicamente havia um ou outro utilizador que ultrapassava o tempo espera ou que achava a que o grau de dificuldade era maior do que aquele que se previa.

Desta forma pode-se afirmar que a aplicação é simples e usável e que as funcionalidades e atividades são facilmente acedidas e efetuadas.

Em relação aos testes de carga e performance, este estiveram abaixo do esperado. Segundo os mesmos, a partir do momento que estejam cerca de 120 utilizadores em simultâneo a aceder a uma página, esta vai demorar demasiado tempo a carregar. Contudo, tendo em conta que a lotação do *shuttle* é de 50 lugares, e que estudos recentes de ocupação do mesmo afirmam que a média mais elevada de passageiros por carreira é de 35 passageiros - registada em setembro de 2013 -, parece aceitável que o sistema consiga suportar até 120 utilizadores em simultâneo, dado que é praticamente o triplo da ocupação média registada no mês de maior afluência.

5 Conclusões

5.1 Síntese

Inicialmente era esperado um sistema que facilitasse a gestão de viagens no shuttle para a comunidade do IST, por forma a evitar as filas de espera e que os utilizadores ficassem sem lugar nos autocarros, quando tinham uma grande necessidade de se deslocar entre os dois *campi*. O sistema deveria permitir aos utilizadores fazerem, alterarem e cancelarem reservas da maneira que achassem mais conveniente, quer as reservas fossem planeadas ou em tempo real. De igual modo o sistema deveria possibilitar a gestão de carreira, percursos e horários, sendo que estas opções apenas estariam visáveis do lado da administração do sistema.

O resultado do trabalho efetuada em tudo tem a ver com o que era esperado. Houve algumas alterações, desde logo a questão das alterações de reserva - sendo que esta funcionalidade se assemelha a eliminar uma reserva e efetuar nova reserva, não acrescentado qualquer funcionalidade extra ao sistema - que deixou de estar disponível para os utilizadores, e alguns acrescentos, como a

opção de um administrador fazer uma reserva para alguém que não seja aluno nem funcionário do IST, mas que esteja autorizado a utilizar o *shuttle*.

No fundo, do objetivo e contribuições esperadas, inicialmente identificados, para o resultado final obtido, não existem grandes diferenças, a aplicação foi sendo ajustada às necessidades ao longo do seu desenvolvimento e todas as alterações efetuadas e novas funcionalidades adicionadas apenas servem para facilitar e/ou complementar a aplicação, não alterando, em nenhuma medida, o âmbito da tese.

5.2 Conclusões

Como era exetável, foi desenvolvida a aplicação que permite aos utilizadores gerirem viagens no shuttle e aos administradores do sistema gerirem todo este serviço, desde carreiras, percursos a veículos.

Os testes ao sistema revelaram a aplicação funciona corretamente, sendo que os *outputs* das funcionalidades vão de encontro com o que era esperado tendo em conta os *inputs* submetidos.

No que toca aos testes com os utilizadores existem alguns pontos a rever. Tratam-se essencialmente de questões de *layout* ou cores, que não sendo determinantes para o funcionamento do sistema, têm repercussões ao nível da usabilidade da mesma.

Por fim, em relação aos testes de carga e performance, para a atual configuração do ambiente de testes, os resultado obtidos ficaram bastante aquém das expectativas. Como foi visível pelos gráficos de relatório dados pelo aplicação de testes, o tempo limite de respostas para o qual um utilizador está disposto a esperar, é ultrapassado entre os 115 e 120 utilizadores ativos, e este tempo não pára de aumentar ao longo do tempo.

Contudo, ao fim de um semestre de trabalho, o principal objetivo desta tese foi conseguido: um sistema de reserva e gestão para o *shuttle*.

Continua a ser um sistema preliminar, que não está perfeito, mas que neste momento é melhor do que a solução existente e como tal é um ponto de partida que abre este campo para novos estudos e melhorias para o serviço. Idealmente, este tipo de soluções pode levar a uma gestão sustentada do serviço de *shuttle*.