

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

**Área Departamental de Engenharia Eletrónica
e Telecomunicações e de Computadores**



Agregador de Sistemas de Boleias

Rodrigo Diniz de Moura

(Licenciado em Engenharia Informática e Multimédia)

Dissertação para obtenção do Grau Mestre em Engenharia
de Redes de Comunicação e Multimédia

Orientador: Professor Doutor Porfírio Pena Filipe, ISEL

Júri:

Presidente: Professor Doutor Carlos Jorge de Sousa Gonçalves, ISEL

Vogais: Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira, ISCTE-IUL
Professor Doutor Porfírio Pena Filipe, ISEL

outubro, 2020

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

**Área Departamental de Engenharia Eletrónica
e Telecomunicações e de Computadores**



Agregador de Sistemas de Boleias

Rodrigo Diniz de Moura

(Licenciado em Engenharia Informática e Multimédia)

Dissertação para obtenção do Grau Mestre em Engenharia
de Redes de Comunicação e Multimédia

Orientador: Professor Doutor Porfírio Pena Filipe, ISEL

Júri:

Presidente: Professor Doutor Carlos Jorge de Sousa Gonçalves, ISEL
Vogais: Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira, ISCTE-IUL
Professor Doutor Porfírio Pena Filipe, ISEL

outubro, 2020

Resumo

Os sistemas inteligentes de transporte são aplicações informáticas avançadas que suportam requisitos inovadores relacionados com os diferentes modos de transporte. Estas aplicações são vitais para atenuar o congestionamento de tráfego urbano e consequentes questões ambientais tornando os transportes mais eficazes e sustentáveis. Neste contexto, surge a noção de sistema de boleias, do inglês *Carpooling System*, que pode ser descrito como um facilitador da partilha de lugares disponíveis num veículo particular que realiza uma determinada viagem.

O objetivo desta dissertação, intitulada Agregador de Sistemas de Boleias, é delinear a arquitetura de um agregador de sistemas de boleias que virtualizam a existência de comunidades restritas de viajantes, do inglês *Carpool Clubs*, com regras de agregação estabelecidas por um acordo previamente negociado. Neste âmbito, o agregador emerge como um facilitador da organização de sistemas de boleias, com administrações próprias que gerem autonomamente admissões, recompensas e penalizações, mantendo a privacidade e a confiança entre o seu grupo restrito de viajantes.

Para o efeito, propõe-se que o agregador adote uma arquitetura descentralizada e baseada em serviços. A avaliação experimental desta arquitetura foi realizada desenvolvendo e instalando um demonstrador que agrega sistemas de boleias, que unificam e melhoram os requisitos mais comuns presentes no mercado, destacando a privacidade e a confiança dos utilizadores.

Palavras-Chave: *Carpooling*, *Ridesharing*, Mobilidade Sustentável, Sistema de Boleias, Agregador, Arquitetura P2P, REST API, Serviço.

Abstract

The Intelligent Transportation Systems are advanced software applications that support innovative requirements related to several modes of transport. Those applications are vital to mitigate the traffic congestion and consequent environmental issues, becoming the transport more efficient and sustainable. In this context, appears the Carpooling System idea, which can be described as a facilitator for sharing available seats in a private individual transport vehicle that performs a journey.

The goal of this dissertation, titled Carpooling Systems Aggregator, is to define an architecture of an aggregator for carpooling systems that virtualizes the existence of restricted Carpool Clubs, with aggregation rules established by a previously negotiated agreement. In this context, the aggregator emerges as a facilitator for the organization of carpooling systems, with their own administrations that autonomously manage admissions, rewards, and penalties, maintaining the privacy and trust among their restricted group of commuters.

In order to achieve this goal, it is proposed that the aggregator adopts a decentralized and service-based architecture. The experimental evaluation of this architecture was carried out by developing and installing a demonstrator that aggregates carpooling systems that unify and upgrade, the most common requirements in the market highlighting users' privacy and trust.

Keywords: Carpooling, Ridesharing, Sustainable Mobility, Carpooling System, Aggregator, P2P Architecture, REST API, Service.

À minha Família

Agradecimentos

Nesta etapa da minha vida acadêmica quero deixar um especial agradecimento a todos aqueles que de uma forma ou de outra me ajudaram a atingir este propósito.

Começando por agradecer ao meu orientador Doutor Porfírio Pena Filipe pelo esforço incansável, paciência, disponibilidade para que conseguisse concluir esta etapa.

Agradecer à minha família (mãe, pai, irmã, avô e avó) por terem transmitido os valores que fazem de mim a pessoa que sou hoje.

À professora Helena Guerra e à professora Fernanda Malveiro, pois se hoje cheguei onde cheguei, foi também graças a elas.

Ao David, Teresa e Mariana pelo acompanhamento que têm feito ao longo da minha vida.

Aos meus amigos, por toda a amizade ao longo destes anos. Em especial ao André Gonçalves, André Tai, Francisco Pudim, João Gonçalves, Leonardo Melo, Tiago Barata e Tiago Pedro pelo incentivo e apoio na concretização desta etapa.

Lista de Abreviaturas

API	<i>Application Programming Interface</i>
CNPD	Comissão Nacional de Proteção de Dados
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
EUA	Estados Unidos da América
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GIS	<i>Geographic Information System</i>
HOV	<i>High-Occupancy Vehicle</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
ISEL	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
ITS	<i>Intelligent Transportation Systems</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
JSP	<i>JavaServer Pages</i>
Km	Quilómetro
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
OSRM	<i>Open Source Routing Machine</i>
P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RSS	<i>Really Simple Syndication</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SB	Sistema de Boleias
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TXT	<i>Text File</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UUID	<i>Universally Unique Identifier</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XSD	<i>XML Schema</i>

Índice do Conteúdo

1.	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento.....	2
1.2	Motivação.....	3
1.3	Objetivo.....	4
1.4	Contribuição.....	4
1.5	Organização.....	5
2.	Estado da Arte.....	7
2.1	<i>Carpooling</i>	7
2.2	Sistemas de Boleias.....	10
2.1.1	O Sistema Waze Carpool.....	10
2.1.2	O Sistema Scoop.....	11
2.1.3	O Sistema ZimRide.....	11
2.1.4	O Sistema PoolMyRide.....	12
2.1.5	O Sistema UberPool.....	13
2.1.6	O Sistema BlaBlaCar.....	13
2.1.7	O Sistema Boleia.net.....	14
2.1.8	O Sistema GalpShare.....	15
2.1.9	O Sistema RideAmigos.....	15
2.1.10	O Sistema Via Verde Boleias.....	16
2.1.11	Resumo Comparativo.....	17
3.	Proposta.....	19
3.1	Sistema de Boleias.....	19
3.1.1	Camada de Serviços.....	22
3.1.2	Camada de Lógica.....	25
3.1.2.1	Calculadora de Dióxido de Carbono.....	25

3.1.2.2	Identidade	26
3.1.2.3	Reputação	28
3.1.2.4	Recomendação	29
3.1.2.5	Recompensa	31
3.1.2.6	Procura	33
3.1.3	Camada de Dados	34
3.2	Abordagem	35
3.2.1	<i>Data Scraping</i>	35
3.2.2	Arquitetura Multi-Inquilino	36
3.2.3	Arquitetura <i>Peer-to-Peer</i>	36
3.2.4	<i>Gateway</i> de Agregação	37
4.	Avaliação Experimental	41
4.1	Demonstrador	41
4.2	Cenário 1 - Reputação do Utilizador	44
4.3	Cenário 2 - Procurar Viagem	45
4.4	Cenário 3 - Subscrição de Anúncios	47
4.5	Cenário 4 - Avaliação da Viagem	48
5.	Conclusão	51
5.1	Situação Atual	51
5.2	Perspetivas Futuras	52
5.3	Considerações Finais	53
Anexo A	55
Anexo B	65

Lista de Figuras

Figura 1 - Via reservada a veículos com alta taxa de ocupação	3
Figura 2 - Cartazes de campanhas de carpooling	7
Figura 3 - Sinal de trânsito de carpooling.....	8
Figura 4 - Motivos para não usar o carpooling.....	9
Figura 5 - Ecrã do Waze Carpool	10
Figura 6 - Ecrã do Scoop	11
Figura 7 - Ecrã do ZimRide	12
Figura 8 - Ecrã do PoolMyRide.....	12
Figura 9 - Ecrã do UberPool.....	13
Figura 10 - Ecrã do BlaBlaCar	14
Figura 11 - Ecrã do Boleia.net.....	14
Figura 12 - Ecrã do GalpShare	15
Figura 13 - Ecrã do RideAmigos	16
Figura 14 - Ecrã do Via Verde Boleias.....	16
Figura 15 - Casos de uso de um SB.....	20
Figura 16 - Arquitetura de referência de um SB	21
Figura 17 - Ecrã de administração	22
Figura 18 - Ecrã de gestão de utilizadores.....	23
Figura 19 - Ecrã de configuração dos níveis de reputação	23
Figura 20 - Ecrã de configuração de recompensas	24
Figura 21 - Ecrã de <i>QR Codes</i> e utilizadores associados	24
Figura 22 - Ecrã com o cálculo de CO ₂	26
Figura 23 - Modelo de domínio do utilizador.....	26
Figura 24 - Ecrã de registo	27
Figura 25 - Ecrã com perfil do utilizador	27
Figura 26 - Ecrã com o cálculo de custos.....	29
Figura 27 - Processo de recomendação	29
Figura 28 - Ecrã com anúncio de procura.....	30
Figura 29 - Ecrã com anúncio de oferta	31
Figura 30 - Ecrã com anúncio sugerido pelo sistema.....	31
Figura 31 - Ecrã com recompensas disponíveis	32
Figura 32 - Ecrã com o <i>QR Code</i> gerado.....	32
Figura 33 - Informações incluídas no <i>QR Code</i>	33
Figura 34 - Modelo de domínio de um anúncio	33

Figura 35 - Procura de um anúncio	34
Figura 36 - <i>Web Scraping</i>	35
Figura 37 - Arquitetura inquilino simples vs multi-inquilino.....	36
Figura 38 - Arquitetura P2P híbrida	37
Figura 39 - Arquitetura P2P pura	37
Figura 40 - Arquitetura de um SB	38
Figura 41 - Arquitetura P2P entre SB.....	38
Figura 42 - Ecrã de criação de acordos.....	39
Figura 43 - Ecrã de registo de acordos	39
Figura 44 - Ecrã de gestão de acordos.....	40
Figura 45 - Diagrama de instalação do demonstrador	42
Figura 46 - Diagrama do demonstrador.....	43
Figura 47 - Ecrã com lista de anúncios.....	44
Figura 48 - Reputação na comunidade "municipalRiders"	44
Figura 49 - Reputação na comunidade "daBoleias"	45
Figura 50 - Reputação na comunidade "boleias.Eventos"	45
Figura 51 - Procura de anúncios de oferta	46
Figura 52 - Subscrição de anúncio	46
Figura 53 - Ecrã de resolução de subscrição	47
Figura 54 - Informação acerca do anúncio subscrito.....	48
Figura 55 - Formulário de avaliação da comunidade "daBoleias"	48
Figura 56 - Formulário de avaliação da comunidade "municipalRiders"	49
Figura 57 - Ecrã para descarregar o SB de demonstração.....	52

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características básicas dos SB	17
Tabela 2 - Características avançadas dos SB.....	17
Tabela 3 - Atributos do filtro de pesquisa	18
Tabela 4 - Serviços do perfil do utilizador	25
Tabela 5 - Serviços do anúncio.....	25
Tabela 6 - Sistema de reputação	28

Convenções Tipográficas

Apresentam-se algumas convenções tipográficas usados na escrita desta dissertação:

- No texto normal é usada a fonte *Times New Roman*
 - Exemplo: Este texto está escrito em *Times New Roman*
- Para referências bibliográficas é usado os [parêntesis retos]
 - Exemplo: [1]
- Para designações em inglês é usado o texto em *Itálico*
 - Exemplo: *carpooling*
- Para definir abreviaturas é usado o texto em **Negrito**
 - Exemplo: Sistema de Boleias (**SB**)



Introdução

Com a vulgarização do automóvel no início do século XX, a população passou a dispor de uma solução facilitadora da mobilidade urbana rápida e eficaz. Porém, esta facilidade trouxe impactos para o ambiente, causados, por exemplo, pela emissão de dióxido de carbono (CO_2) originada pela queima de combustíveis fósseis [1].

Contudo, no final do século passado e, sobretudo, no início deste século, as preocupações da sustentabilidade ambiental e as alterações climáticas passaram a estar na ordem do dia. Sendo assim, a mobilidade urbana passou a envolver, forçosamente, um aspeto crucial que é garantir a sustentabilidade ambiental tornando prioritária a adoção de comportamentos que otimizem o consumo energético [2].

A maior parte das ações que realizamos no nosso quotidiano podem ser avaliadas quantitativamente pela respetiva pegada de carbono [3]. A pegada de carbono é uma unidade de medida, relativa ao impacto das atividades humanas no meio ambiente, aplicada para quantificar os Gases com Efeito de Estufa (**GEE**). Um GEE é um gás caracterizado por absorver e libertar radiação infravermelha na atmosfera. Incluídos nesses gases, destacam-se o CO_2 , o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), os clorofluorcarbonetos (CFCl_3 , CF_2Cl_2 , $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$, $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ e $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$), os perfluorcarbonetos (F_3C , CF_2 e CF_3), o hexafluoreto de enxofre (SF_6) e também o vapor de água (H_2O) [4].

Atualmente, existem planos para combater o aquecimento global, sendo o Protocolo de Quioto [5], atualizado pelo acordo de Paris [6], o mais conhecido. O protocolo de Quioto foi assinado, em 1997 tendo sido consolidado com o acordo de Paris assinado, em 2015 por 195 países, onde se destacam os países mais poluidores. O acordo de Paris visa o compromisso dos países para a redução de emissões de GEE e a cooperação entre as nações para essa redução.

1.1 Enquadramento

A evolução dos sistemas e serviços inteligentes de transporte, do inglês *Intelligent Transportation Systems (ITS)*, ocorreu de forma espontânea, multifacetada e muitas vezes baseada nos avanços tecnológicos considerados revolucionários para o setor de mobilidade urbana [7].

Em Portugal, os transportes rodoviários são responsáveis por uma fatia significativa do consumo de produtos petrolíferos para fins energéticos, configurando um cenário de dependência energética. Para atenuar esta dependência são adotadas estratégias bem conhecidas, tais como: o uso de transportes coletivos e a mobilidade suave [8].

Ao longo dos anos, muitos estudos reuniram contributos, mas poucos propuseram uma solução real e prática para reduzir o uso de veículos privados de transporte individual. Adicionalmente, estudos reportam uma taxa de ocupação média de 1,45 passageiros por veículo referindo a urgência em aumentar este número [9].

Neste contexto, enquadra-se o *carpooling*, igualmente designado por *ridesharing*, como uma prática emergente para atenuar o subaproveitamento do uso de veículos particulares. O *carpooling* é um modo de transporte descrito, no âmbito desta dissertação, como a partilha de lugares disponíveis, num veículo particular, entre viajantes com destinos e horários semelhantes [10]. O *carpooling* tem mais sucesso quando os viajantes se organizam em comunidades, constituindo grupos de pessoas que partilham interesses comuns, por exemplo residem ou trabalham próximo ou participam em atividades culturais, recreativas ou desportivas [11].

As viagens podem ser agendadas numa base regular, e até durante um largo período, ou serem esporádicas e pontuais, dependendo das condições oferecidas pelos condutores [12]. O *carpooling* tem mais sucesso quando as viagens podem ser previamente planeadas e agendadas.

1.2 Motivação

Proteger o planeta Terra é hoje uma missão que exige sério empenho por parte de todos nós. Dar resposta às alterações climáticas não é apenas uma questão política, é também uma questão de cidadania. Promover o *carpooling* é uma forma de apoiar a iniciativa dos cidadãos no domínio da sustentabilidade ambiental.

Em Portugal as emissões de CO₂, relacionadas com a utilização de combustíveis fósseis subiram 0,7% em comparação com os valores de 2014. A União Europeia está empenhada, através da aplicação de várias medidas, em reduzir as principais fontes de emissões de CO₂, nos setores da energia e transportes [13]. Neste contexto, uma das principais motivações é ajudar à preservação do planeta, contribuindo para a diminuição de emissões de GEE.

As faixas de veículos com alta ocupação, do inglês *High-Occupancy Vehicle (HOV)*, têm contribuído para motivar os viajantes a aderirem a comunidades suportadas por sistemas de boleias, do inglês *Carpooling System*, reduzindo o congestionamento de trânsito e o respetivo consumo de recursos energéticos [14]. Recentemente, em Portugal, foram adotados novos sinais de trânsito que contemplam questões ambientais. Alguns destes sinais indicam zonas de residência ou de coexistência de viaturas e peões, assim como zonas de emissões reduzidas, onde só podem circular veículos menos poluentes. Um dos sinais adotados, ilustrado na Figura 1, promove o conceito de *carpooling*, indicando que na via assinalada apenas podem circular veículos que tenham pelo menos dois passageiros a bordo [15].



Figura 1 - Via reservada a veículos com alta taxa de ocupação

Os riscos associados ao *carpooling* estão relacionados com o estado das iniciativas existentes, que, cada vez mais, convergem para monopólios globais que não partilham uma estrutura legal comum, comprometendo irremediavelmente a privacidade e a confiança dos viajantes. Neste contexto, o desafio consiste em atenuar estes riscos

promovendo a organização dos viajantes em comunidades restritas com administração autónoma e personalizada [16].

1.3 Objetivo

O objetivo desta dissertação é delinear a arquitetura de um agregador de sistemas de boleias que virtualizam a existência de comunidades restritas de viajantes, do inglês *Carpool Clubs*, instaladas e administradas autonomamente, com regras de agregação estabelecidas por um acordo previamente negociado [17].

Neste âmbito, o agregador emerge como uma forma de materializar o paradigma proposto para facilitar a organização de sistemas de boleias, com administrações próprias que gerem autonomamente admissões, recompensas e penalizações, mantendo a privacidade e a confiança no seu grupo restrito de viajantes. O agregador permite que um viajante registado num Sistema de Boleias (**SB**) manipule, de forma transparente, respeitando os acordos previamente negociados, os anúncios publicados noutros SB.

1.4 Contribuição

A principal contribuição desta dissertação é a proposta de uma arquitetura para conceber um agregador de sistemas de boleias. A avaliação experimental desta proposta, foi realizada desenvolvendo e instalando um demonstrador que agrega sistemas de boleias que unificam e melhoram os requisitos mais comuns existentes no mercado, destacando a privacidade e confiança dos utilizadores. Adicionalmente, espera-se contribuir para a redução do impacto ambiental provocado pelo congestionamento de tráfego, promovendo a organização de comunidades restritas de viajantes [18].

Neste contexto, disponibiliza-se, para uso livre, tal como está (*as is*), uma máquina virtual com a versão beta do SB desenvolvido (comunidade de demonstração “daBoleia”) que implementa os requisitos elencados na secção 1.3 aos quais acrescem os descritos na secção 3.1 que concretizam facilidades de agregação. O acesso a este recurso, no formato .ova [19], pode ser efetuado através do *Uniform Resource Locator (URL)* www.start.isel.pt/daBoleiaVM.

Quanto a participações em eventos de natureza científica, foi submetido o artigo, intitulado “*Carpooling Systems Peer-to-Peer Architecture*” à apreciação na conferência

4th *EAI International Conference on Intelligent Transport Systems* [20]. Para terminar, regista-se a aceitação para publicação do artigo intitulado “*Autonomous Carpooling System*” na conferência *Virtual ITS European Congress* [21].

1.5 Organização

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos e dois anexos.

No primeiro capítulo, o presente, é elaborada a introdução global pormenorizando o objetivo, as contribuições e a organização desta dissertação.

No segundo capítulo, é descrito o estado da arte, enunciando aspetos gerais associados ao *carpooling*, enumerando os sistemas julgados oportunamente mais relevantes e terminando com um resumo comparativo.

No terceiro capítulo, especifica-se a arquitetura proposta para conceber o agregador de sistemas de boleias detalhando os requisitos suportados.

No quarto capítulo, dedicado à avaliação experimental, apresenta-se o demonstrador, os cenários de avaliação assim como os resultados esperados e obtidos.

No quinto capítulo, o último, são referidas: a situação atual, as perspetivas de investigação futuras e as considerações finais.

No anexo A, é descrita a interface de serviços do SB de referência.

No anexo B, é descrita a interface de serviços da *gateway* de agregação.

Estado da Arte

Neste capítulo são abordados aspectos gerais associados ao *carpooling* focando vantagens, desvantagens e desafios práticos. Na sequência, são enumerados, a título de exemplo, os SB julgados oportunamente mais relevantes, terminando com um resumo comparativo.

2.1 *Carpooling*

O *carpooling*, também conhecido como *ridesharing*, é um modo de transporte que explora a oportunidade de partilha de lugares disponíveis num veículo de transporte particular, facilitando a repartição de custos entre viajantes e diminuindo a quantidade de veículos na estrada e as consequentes emissões de CO₂ [22].



Figura 2 - Cartazes de campanhas de *carpooling*

O *carpooling*, cuja origem remonta ao final da primeira grande guerra, foi pioneiro nos Estados Unidos da América (EUA) na década de 40, ao divulgar uma estratégia de poupança de petróleo, incentivando as pessoas a partilharem lugares nos seus veículos [23]. O governo norte-americano promovia campanhas publicitárias cujos cartazes são apresentados a título ilustrativo na Figura 2.

Após este período, a popularidade do *carpooling* decresceu, tendo voltado à ribalta durante a crise energética da década de 70, provocada em 1973, pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) [24]. Foi então que surgiu a primeira medida concreta de apoio ao *carpooling*, tendo sido criada uma via, HOV (ocupação ≥ 4), na autoestrada que liga o estado de Virginia a Washington. Nessa via, foram colocados sinais de trânsito que assinalam o uso privilegiado para *carpooling*, tal como é ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - Sinal de trânsito de *carpooling*

O *carpooling* é uma atividade em contínuo e constante crescimento, no que diz respeito à mudança do paradigma da utilização dos veículos de transporte particular, contribuindo indiretamente para reduzir a sobrelotação dos transportes públicos [25].

Atualmente, os progressos relevantes associados às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem alicerçado o crescimento do *carpooling*, permitindo a vulgarização do conceito de SB tornando mais acessível a colaboração entre viajantes interessados, principalmente, em viajar a custos reduzidos [26].

Um estudo realizado pela Cetelem (Caderno Automóvel do Observador Cetelem), revelou que ainda existem vários motivos para as pessoas não aderirem ao *carpooling*. Como se pode verificar na Figura 4, 46 % da população com idade superior a 55 anos e 38% da população mais jovem preferem viajar sozinhos. Esta escolha é mais acentuada

em países como os EUA e Alemanha. Por outro lado, os japoneses preferem confiar o volante a outro condutor [27].

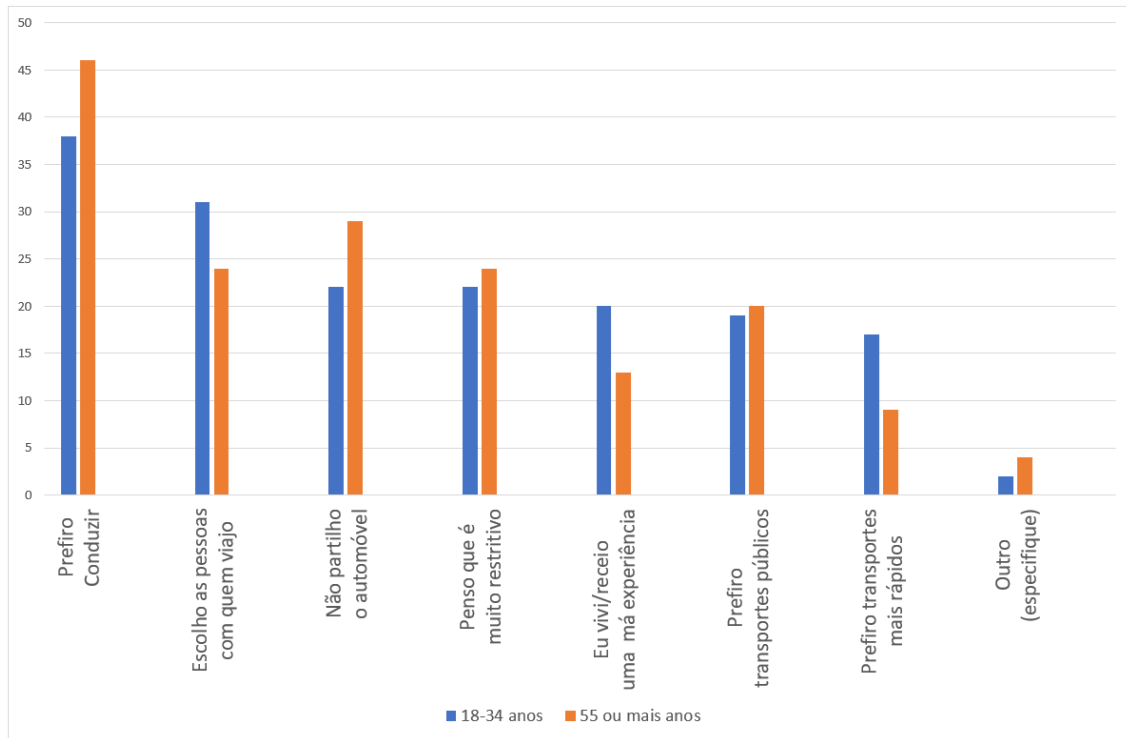


Figura 4 - Motivos para não usar o *carpooling*

Por outro lado, foi realizado um inquérito aos habitantes da cidade de Aspen no Colorado sobre as razões que os levam a usar os SB [28], nomeadamente:

- a) Preferência em parques de estacionamento;
- b) Obter benefícios, tais como, cupões ou prémios;
- c) Encontrar facilmente viajantes que tenham interesses comuns;
- d) Garantir viagens de ida ou volta;
- e) Admite flexibilidade horária.

No caso de Portugal, o *carpooling* tem ainda pouca expressão, sendo mais comum, uma variante de transporte partilhado, o *carsharing*, que consiste no aluguer de um determinado veículo, sem condutor, para uma determinada viagem. Considerando que o *carsharing* é menos eficiente na utilização de recursos, o *carpooling* tem muito espaço para crescer [27].

A principal vantagem de se adotar o uso de *carpooling* é claramente a parte económica e o incentivo à socialização. Contudo, como é natural, existem desvantagens associadas às viagens com estranhos, por exemplo, falta de privacidade e confiança. Para atenuar

as desvantagens, alguns SB recomendam aos seus utilizadores que se registem através das redes sociais, tais como, o Facebook [29], o Twitter [30] ou o Instagram [31], para garantirem a veracidade do perfil apresentado [32].

2.2 Sistemas de Boleias

Atualmente existem vários SB disponíveis. Os suportes tecnológicos são variados com múltiplas plataformas e dispositivos de acesso [33]. Com o objetivo de organizar informação sobre os dez SB considerando mais relevantes, no âmbito desta dissertação, descrevem-se seguidamente as suas principais características. Para não comprometer as identidades dos utilizadores reais que usam os SB estudados, as imagens apresentadas foram manipuladas escondendo informações pessoais.

2.1.1 O Sistema Waze Carpool

Embora o Waze seja mais conhecido como um sistema de navegação, a empresa que neste momento é propriedade da *Google*, lançou um serviço de *carpooling* no final do ano de 2018.

Para usar este serviço, os proprietários dos veículos que pretendem realizar uma determinada viagem têm de criar um perfil do tipo condutor. Quando os condutores pretendem publicar um determinado anúncio, estes têm de definir as informações sobre o seu veículo e indicar os pontos de origem e de destino através da aplicação Waze [34].

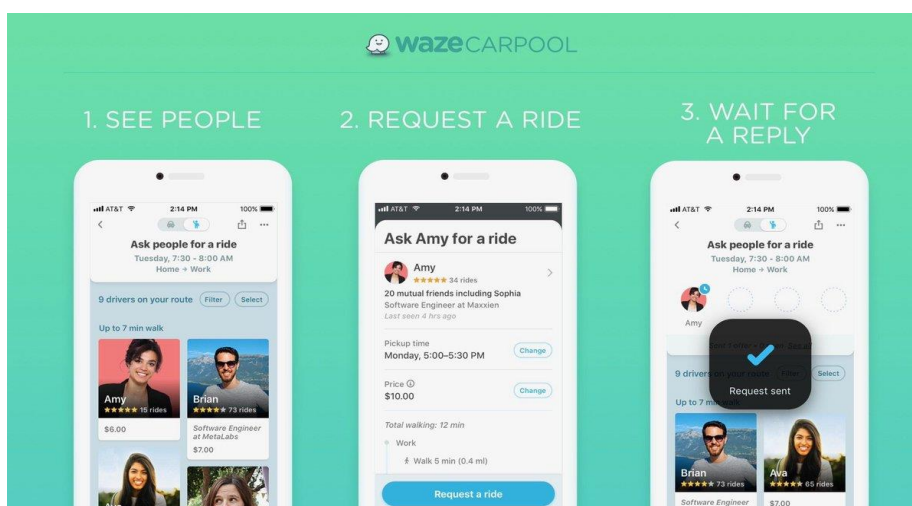


Figura 5 - Ecrã do Waze Carpool

Atualmente o Waze tem uma ferramenta que permite calcular o valor justo que os passageiros devem pagar ao condutor, com base numa taxa padrão de quilómetros (**Km**)

tal acontece nos táxis. Os condutores estão limitados à publicação de dois anúncios por dia. Esta aplicação está disponível nos EUA, Brasil, Europa, Israel e México. Infelizmente em Portugal ainda não está disponível [35]. Na Figura 5 são ilustrados os passos principais para o uso desta aplicação.

2.1.2 O Sistema Scoop

O SB *Scoop* para além de ter as mesmas funcionalidades que o sistema Waze Carpool, é mais seguro em termos legais. O Scoop também fornece o seu serviço para comunidades, como universidades, empresas, vizinhos entre outros. Algumas empresas como o LinkedIn [36] e a Samsung [37] são parceiros, tornando-a assim uma rede mais segura e confiável [38].

Infelizmente, esta aplicação cobra uma pequena taxa de reembolso aos condutores, logo as viagens acabam por sair mais caras do que no caso do sistema Waze Carpool. No entanto, o valor de uma viagem média varia entre os 1,86 € e os 9,29 € [38].

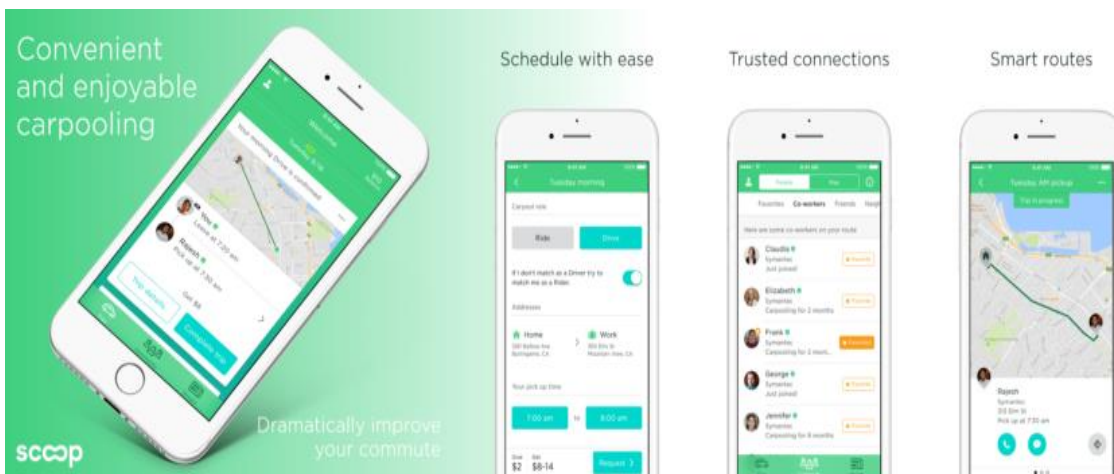


Figura 6 - Ecrã do Scoop

Embora o Scoop não contenha uma lista de países onde o seu serviço é fornecido, este está disponível em qualquer país com maior destaque para os EUA. Na Figura 6 são ilustrados os passos principais para o uso desta aplicação.

2.1.3 O Sistema ZimRide

Embora, os sistemas Waze Carpool e Scoop estejam disponíveis para qualquer utilizador, o ZimRide é um serviço privado. Para os utilizadores se registarem, necessitam que a instituição a que pertencem configure um sistema e convide os membros dessa instituição a participar.

Esta aplicação obriga a usar o endereço eletrónico pertencente à instituição, como meio de confirmação, permitindo igualmente fazer a autenticação com as redes sociais, o que aumenta a segurança. São os condutores que definem os seus próprios preços [39].

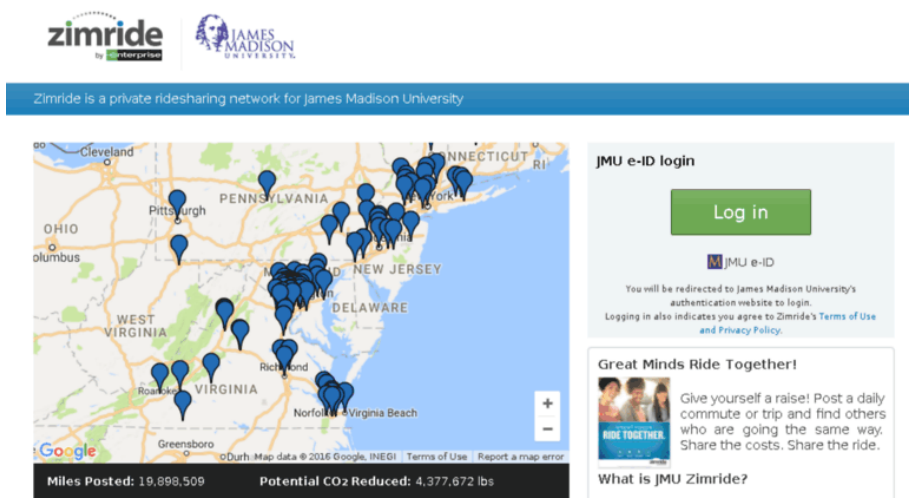


Figura 7 - Ecrã do ZimRide

Atualmente os serviços estão disponíveis para os funcionários de empresas, tal como a Verizon [40] e Gap Inc [41], e para estudantes das universidades americanas. Uma das grandes desvantagens, é que apenas funciona como aplicação *Web* [39]. Na Figura 7 é apresentada a interface da Universidade James Madison dos EUA.

2.1.4 O Sistema PoolMyRide

Os passageiros e os condutores do SB PoolMyRide podem criar viagens e adicionar-lhe atributos, tais como pontos de origem e destino ou horário.

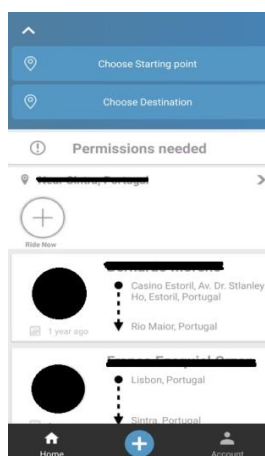


Figura 8 - Ecrã do PoolMyRide

Os passageiros, caso tenham interesse numa determinada viagem, podem contactar os condutores via telefone ou mensagens instantâneas [42].

Uma das dificuldades associadas a utilização desta aplicação, para além de ter poucos utilizadores, é a falta de validação dos anúncios, sendo frequente encontrar anúncios falsos. Presentemente funciona na China, Austrália, Argentina, EUA e em Portugal. Na Figura 8 é apresentado o ecrã principal onde aparecem anúncios publicados.

2.1.5 O Sistema UberPool

O UberPool é um SB, propriedade da empresa Uber [43], que permite repartir os custos entre passageiros e condutores que pretendem fazer uma viagem de longa distância. Atualmente este SB só está disponível em alguns países como o Brasil, a França, os Estados Unidos da América e o Canadá.

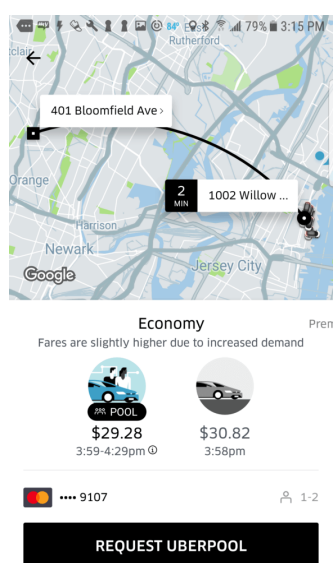


Figura 9 - Ecrã do UberPool

Em Portugal, só esteve disponível em Lisboa, por um período experimental, de 4 a 13 de novembro de 2016, durante a conferência da WebSummit [44]. Na Figura 9 é apresentado um ecrã desta aplicação [45].

2.1.6 O Sistema BlaBlaCar

O SB BlaBlaCar facilita o contacto entre os utilizadores que querem realizar um trajeto comum e que planeiam viajar no próprio dia. Para o efeito, é disponibilizado um filtro de pesquisa com o ponto de origem e de destino. Este SB apresenta as informações de cada anúncio, existindo a possibilidade de ordenação por preço e hora. Neste contexto, é possível também consultar uma lista de anúncios para uma data específica [46].

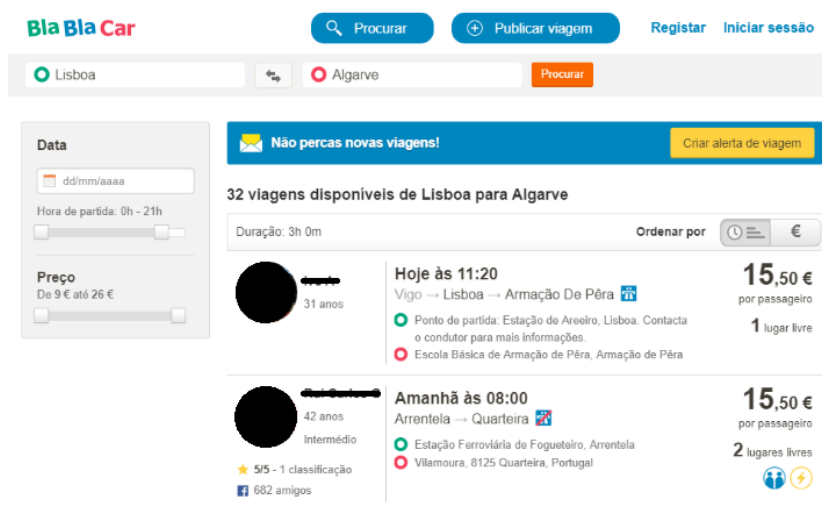


Figura 10 - Ecrã do BlaBlaCar

Este SB está disponível para grande parte dos países da união europeia. Na Figura 10 é apresentado um ecrã com alguns anúncios publicados.

2.1.7 O Sistema Boleia.net

O SB Boleia.net centra-se na realização de viagens em Portugal, sendo gratuito.

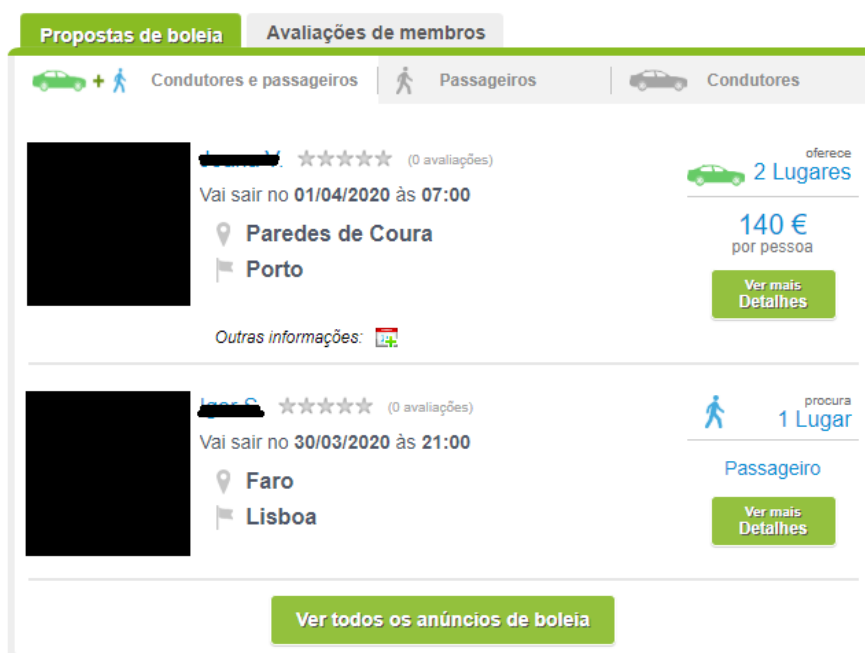


Figura 11 - Ecrã do Boleia.net

Este SB, apresenta no ecrã inicial, propostas de boleias às quais se associam informações, tais como: número de lugares, preços, horas/datas de partida e de chegada. Existe a possibilidade de filtrar as viagens por local de origem e de destino, sendo também possível obter uma lista de avaliações dos utilizadores registados [47].

Após o utilizador selecionar uma determinada viagem obtém informação detalhada sobre o anúncio, como por exemplo: comentários, regularidade da viagem, duração, distância percorrida e o mapa que corresponde à viagem a realizar. Na Figura 11 é apresentado um ecrã com alguns anúncios publicados.

2.1.8 O Sistema GalpShare

O SB Galpshare foi desenvolvido pela empresa Galp [48], em março de 2009. Este sistema ganhou visibilidade e deu a conhecer a um público mais vasto o *carpooling*. A GalpShare, permite também estimar os custos de viagem em termos económicos e ambientais determinados pela respetiva calculadora.



Figura 12 - Ecrã do GalpShare

A Galp disponibiliza ainda vales de descontos de combustível [49]. Na Figura 12 é apresentado um ecrã que ilustra o funcionamento desta aplicação.

2.1.9 O Sistema RideAmigos

O SB RideAmigos é implementado numa plataforma *Web* mais focada para comunidades, tais como: empresas e universidades, como forma de gerir e planear viagens dos membros dessas comunidades.

Este SB não é estritamente dedicado ao *carpooling*, sendo também possível combinar viagens com outros utilizadores, com o recurso ao uso de bicicleta ou transportes públicos [50].

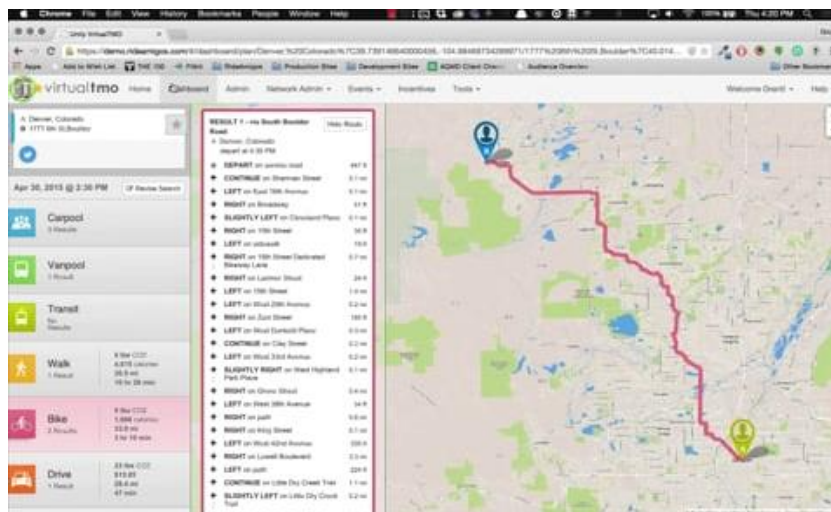


Figura 13 - Ecrã do RideAmigos

Na Figura 13 é apresentado um ecrã que ilustra o funcionamento do RideAmigos.

2.1.10 O Sistema Via Verde Boleias

O SB Via Verde Boleias, promovido pela empresa Via Verde [51], facilita uma relação de entreajuda, envolvendo passageiros e condutores. O serviço funciona através de uma aplicação móvel. Os utilizadores podem organizar-se em grupos públicos ou privados. Os grupos públicos, normalmente são usados para eventos, tais como: festivais ou concertos.

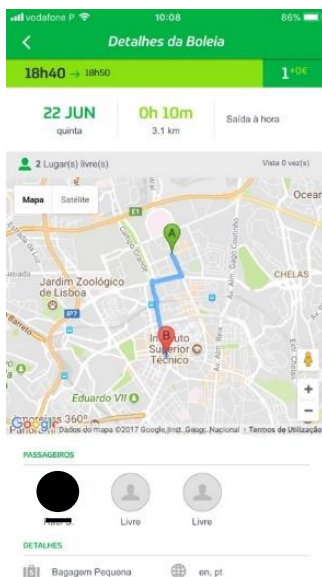


Figura 14 - Ecrã do Via Verde Boleias

No caso dos condutores, estes podem receber 5€ em combustível Galp, na primeira viagem, e até 3€ nas restantes. Os passageiros podem receber 5€ em compras no Pingo Doce [52] [53]. Na Figura 14 é apresentado um ecrã do sistema Via Verde Boleias.

2.1.11 Resumo Comparativo

Tendo como objetivo comparar os SB mencionados nas secções anteriores, podemos concluir que o SB Via Verde Boleias é o mais organizado, abrangendo as características básicas e avançadas mais comuns. Destaca-se o sistema GalpShare, que apesar de não ter todas as características consideradas relevantes, cumpre o objetivo de promover o *carpooling*, destacando-se quantitativamente os custos económicos e ambientais.

Tabela 1 - Características básicas dos SB

Características	Sistemas de Boleias									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Local de Origem e Destino	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Data e Hora	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Descrição	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Custos	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Anúncio de Procura	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Perfil do Utilizador	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Informação do veículo	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim

Para facilitar a organização dos dados, atribuíram-se aleatoriamente letras aos SB estudados: A - WazeCarpool, B - Scoop, C - ZimRide, D - PoolMyRide, E - UberPool, F- BlaBlaCar, G - Boleia.net, H - GalpShare, I - RideAmigos e J – Via Verde Boleias.

Tabela 2 - Características avançadas dos SB

Características	Sistemas de Boleias									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Mensagens Instantâneas	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Sistema de Reputação	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
Calculadora de CO2	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
Comunidades	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Mapa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Flexibilidade Horária	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
Animais de Estimação	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Desvios	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Emparelhamento de Anúncios	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não

Na Tabela 1, são apresentadas as características básicas, essenciais para o correto funcionamento dos SB estudados.

Na Tabela 2, são apresentadas algumas características avançadas, que não comprometem o correto funcionamento dos SB estudados.

Na Tabela 3, são apresentados atributos disponibilizados no filtro de pesquisa dos SB.

Quanto aos mecanismos de autenticação, todos os SB têm autenticação com recurso às redes sociais ou ao correio eletrónico institucional.

No entanto, apenas os SB B, C, H, I e J possuem controlo dos utilizadores pelos administradores.

Tabela 3 - Atributos do filtro de pesquisa

Atributos	Sistemas de Boleias									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Local de Origem	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Local de Destino	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Data na Origem	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Hora na Origem	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Mapa	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não
Raio de Localização	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
Tipo de Anúncio	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Bagagem	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

Por último, os SB que cobram comissões, são o B e o E.

3

Proposta

O objetivo deste capítulo é especificar a arquitetura proposta para concretizar a agregação de SB. Inicialmente é apresentado o desenvolvimento de um SB de referência, elencando os requisitos considerados relevantes. Finalmente, é descrita a arquitetura proposta para suportar os requisitos adicionais inerentes à agregação de SB.

3.1 Sistema de Boleias

Os requisitos inerentes à agregação de SB só podem ser estabelecidos se for previamente conhecido o funcionamento dos SB candidatos a participarem no processo de agregação. Na prática, não foi possível ter disponíveis as especificações e/ou implementações dos SB estudados e já elencados no Capítulo 2. Sendo assim, foi feito um levantamento de requisitos assumindo o papel de utilizador.

Face ao exposto, com o objetivo de estabelecer o conjunto dos requisitos mais comuns disponibilizados pelos SB existentes no mercado, foram elaborados casos de uso, do inglês *use case* [54]. Essencialmente, um SB pode ser descrito como um gestor de anúncios de dois tipos: oferta (mais frequente) ou procura (pouco frequente). Na Figura 15 é apresentado o diagrama de casos de uso, que contempla os requisitos considerados mais relevantes no âmbito do estudo apresentado no Capítulo 2. Neste diagrama identificam-se dois tipos de utilizadores/viajantes: anónimo e registado.

Os utilizadores anónimos podem registar-se (*Sign Up*) ou consultar (*Consult*) resumos de anúncios. A facilidade de registo, permite criar o perfil do utilizador, indicando tipicamente os seguintes dados: primeiro e último nome, endereço de correio eletrónico,

palavra-chave, foto tipo passe, data de nascimento e contacto telefónico. Assume-se que cada utilizador é identificado univocamente por um *Universally Unique Identifier (UUID)*.

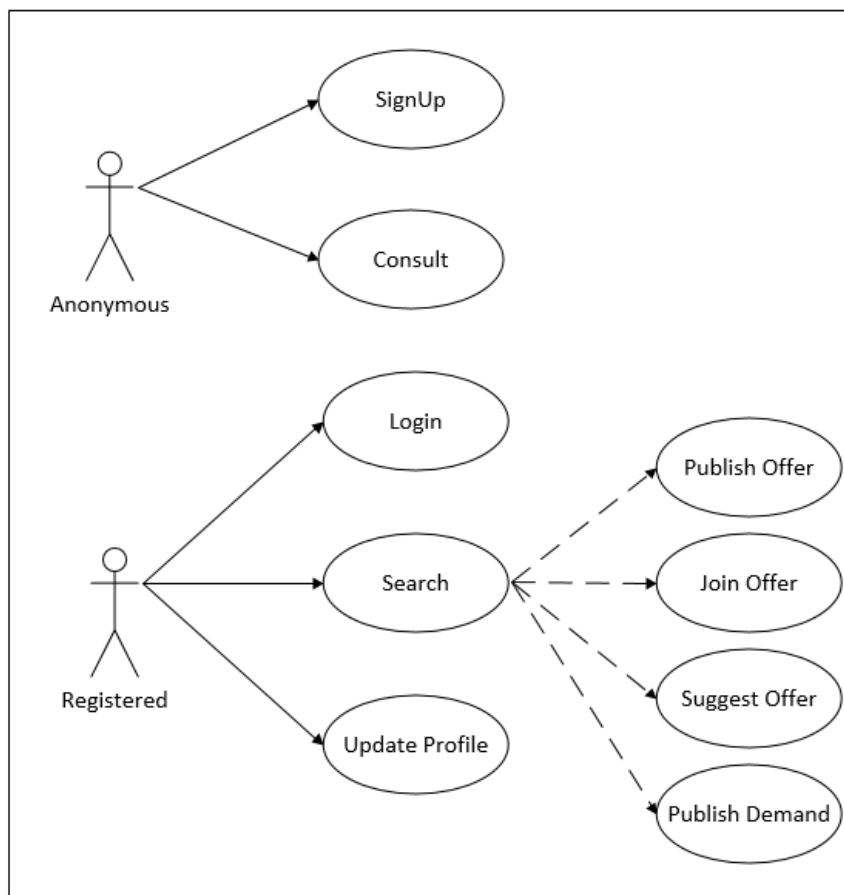


Figura 15 - Casos de uso de um SB

Os utilizadores registados podem, depois de se autenticarem (*Login*), procurar/pesquisar (*Search*) anúncios detalhados ou atualizar o seu perfil (*Update Profile*). Tipicamente a autenticação é concretizada indicando o identificador do utilizador e uma palavra-chave. Como alternativas, ao identificador podem ser indicados o endereço de correio eletrónico ou o contacto telefónico. A procura permite aceder e realizar as ações associadas aos anúncios, designadamente: publicar um anúncio de oferta (*Publish Offer*) ou de procura (*Publish Demand*), subscrever/aderir a um anúncio de oferta (*Join Offer*) ou sugerir um anúncio de oferta para satisfazer um determinado anúncio de procura (*Suggest Offer*). Só os utilizadores com habilitação para conduzir válida e com pelo menos um veículo associado podem publicar anúncios de oferta que também podem ser sugeridos (*Suggest Offer*) para satisfazer um determinado anúncio de procura.

Com o propósito de contemplar essencialmente requisitos associados à privacidade e à confiança dos utilizadores, que não são vulgares no mercado, mas que se consideram prementes para o sucesso dos SB, achou-se conveniente propor e implementar adicionalmente os seguintes requisitos, designadamente: (i) confirmação do registo por parte do administrador, (ii) minimização dos dados pessoais e eliminação de dados históricos, (iii) disponibilizar a informação estritamente necessária em cada momento da interação entre o viajante e o SB, (iv) utilização de pseudónimos evitando o uso do nome real dos viajantes, (v) gestão de patrocinadores e recompensas e (vi) dar cumprimento ao regulamento de proteção de dados [55].

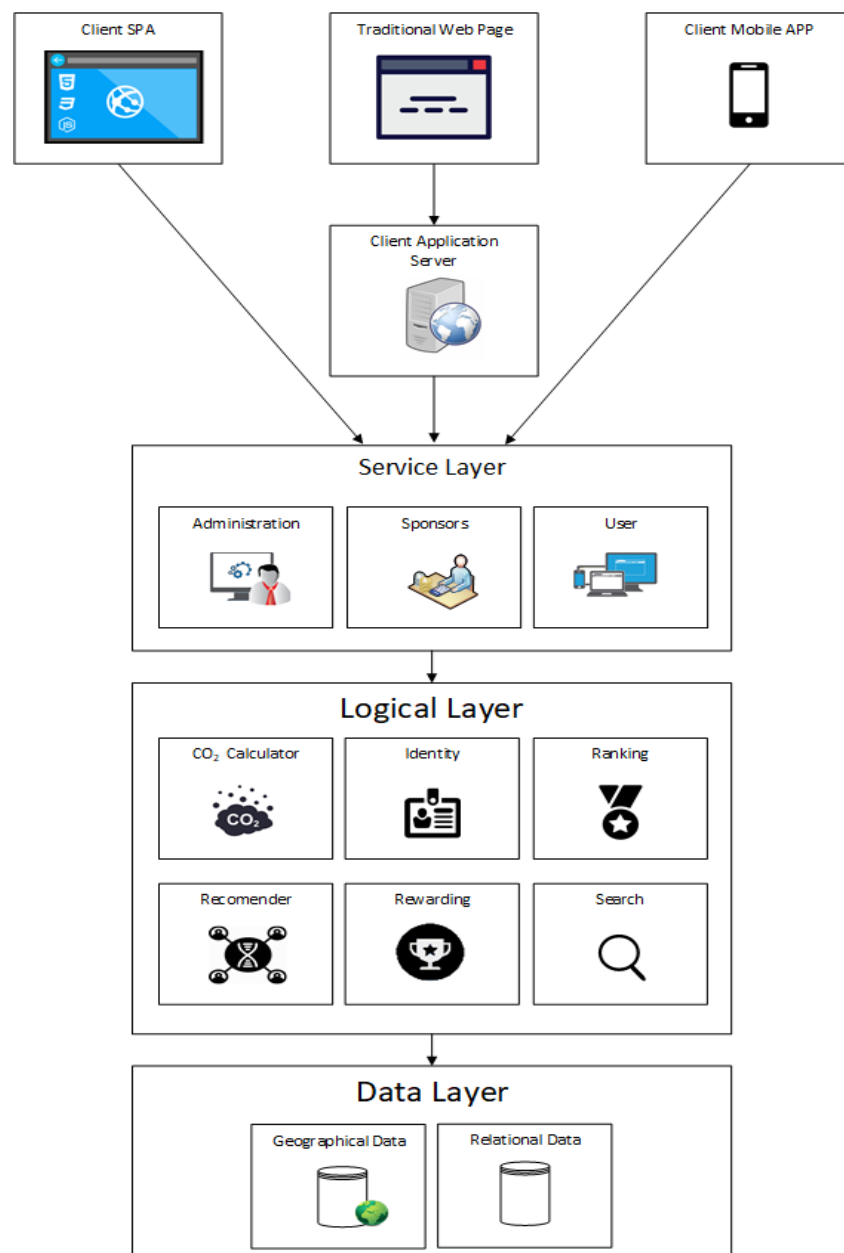


Figura 16 - Arquitetura de referência de um SB

Na Figura 16 é apresentada a arquitetura proposta para implementar genericamente um SB, ou seja, uma arquitetura de referência. Acima da camada de serviços (*Service Layer*) são representadas, a título de exemplo, as tecnologias mais comuns empregues na implementação das interfaces humanas, designadamente: Aplicações *Web* tradicionais (páginas *HyperText Markup Language (HTML)* geradas por um servidor aplicacional), *Client SPA* (baseadas numa página com *JavaScript* [56] ou *TypeScript* [57]) e por último as Aplicações Nativas Móveis (por exemplo, para o sistema Android [58] ou iOS [59]).

3.1.1 Camada de Serviços

A camada de serviços é responsável por disponibilizar o acesso aos componentes do SB. Essencialmente esta camada expõe um conjunto de serviços que se destinam a ser consumidos pelas interfaces humanas destinadas aos viajantes, aos administradores e aos patrocinadores. Por outro lado, esta camada encapsula os componentes que controlam as transações geridas pelo SB [60]. Sendo assim, a camada de serviços concretiza o desacoplamento entre os componentes do SB e as interfaces humanas, atuais ou alvo de desenvolvimento futuro.

3.1.1.1 Administrador

O administrador da comunidade tem plenos poderes, ou seja, pode assumir os papéis de patrocinador ou de utilizador. No entanto, o administrador foca-se nas suas competências próprias que é a gestão de utilizadores (por exemplo admissão e exclusão de utilizadores) e a configuração de parâmetros do SB.

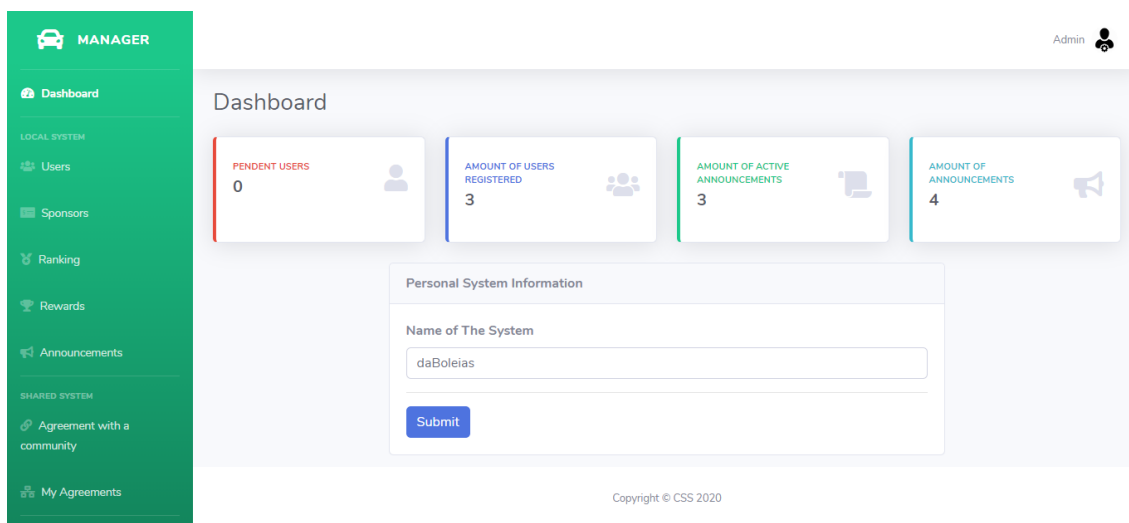


Figura 17 - Ecrã de administração

Neste âmbito, o administrador estabelece os créditos a atribuir a cada interação/iniciativa dos utilizadores e os créditos associados às recompensas disponibilizadas pelos patrocinadores. Na Figura 17 é ilustrado, a título de exemplo, o ecrã de administração apresentado após autenticação válida.

Users

Database of Users

Show 10 entries

Search:

Profile Image	User Name	First Name	Last Name	Document Photo	Birth Date	Email	Nationality	Document Number	Status	Level	Points	Credits	Points/Credits
	johnmanuel12	João	Manuel		1992-02-01	johnmanuel@hotmail.com	Portuguese	10000010	Valid	Begginer	5.0	5.0	Change
	marvin_padberg73	Mario	Fernandes		1996-10-02	vourello@hotmail.com	Portuguese	10203212	Valid	Begginer	5.0	5.0	Change
	jewell.ziemann58	Bob	Greta		1991-01-11	bob@hotmail.com	Portuguese	10123212	Valid	Begginer	35.0	35.0	Change

Showing 1 to 8 of 8 entries

Previous 1 Next

Figura 18 - Ecrã de gestão de utilizadores

Na Figura 18 é apresentado o ecrã de gestão, onde são apresentados os dados dos utilizadores mais relevantes para a sua caracterização, tais como: primeiro e último nome, *username*, endereço de correio eletrónico, foto tipo passe, documento de identificação em formato digital (cartão de cidadão ou passaporte), documento de habilitação para conduzir e por último os pontos e o nível de reputação.

Ranking

Ranking Levels

Show 10 entries

Search:

[Add Level](#)

Level	Maximum Points	Change
Begginer	50	Remove
Amateur	100	Remove
Professional	500	Remove
Veteran	2000	Remove
Master	10000000	Remove

Showing 1 to 5 of 5 entries

Previous 1 Next

Figura 19 - Ecrã de configuração dos níveis de reputação

Na Figura 19 é apresentado um ecrã com dados de configuração relativos ao estabelecimento dos níveis de reputação dos utilizadores.

3.1.1.2 Patrocinadores

Os patrocinadores são utilizadores com privilégios limitados que permitem indicar recompensas que ficam à disposição dos utilizadores em troca de uma

quantidade pré-definida de créditos. Por exemplo, as recompensas podem ser: horas de estacionamento gratuito, desconto em combustíveis, bilhetes de cinema ou peças de roupas. No entanto, cabe aos administradores a definição da tabela de conversão de recompensas em créditos. O patrocinador apenas tem acesso a um método oferecido pela interface de serviços que neste caso é o “GET /user/profile”, para consultar detalhes do perfil do utilizador e validar o *QR Code* gerado no processo de conversão de créditos em recompensa. Este processo será mais detalhado na secção 3.1.2.5.

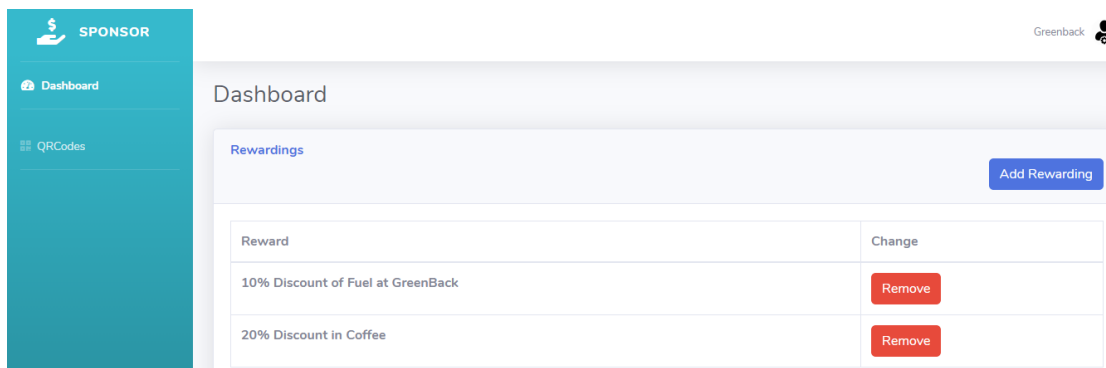


Figura 20 - Ecrã de configuração de recompensas

Na Figura 20 é ilustrado o ecrã de configuração de recompensas usado pelos patrocinadores.

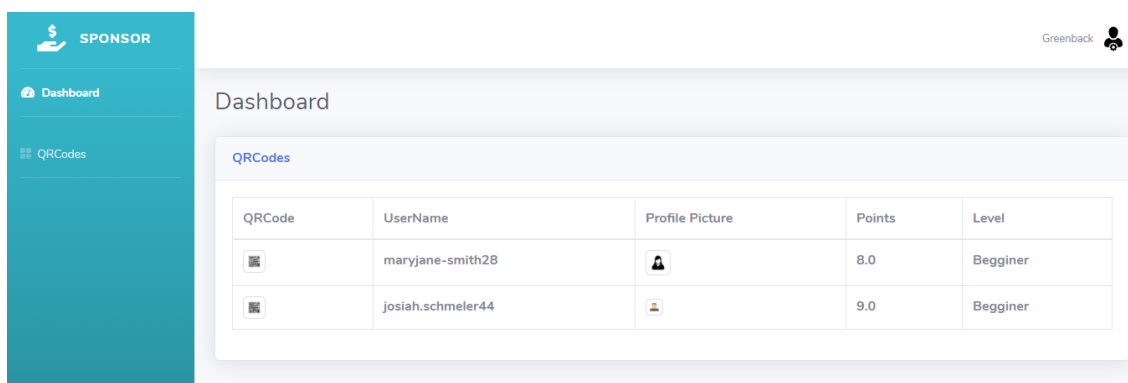


Figura 21- Ecrã de *QR Codes* e utilizadores associados

Na Figura 21 é ilustrado o ecrã onde o patrocinador pode controlar os *QR Codes* gerados e as respetivas informações acerca dos utilizadores.

3.1.1.3 Utilizadores

Os utilizadores têm privilégios para gerirem os anúncios que criaram e para atualizarem o seu perfil. Na Tabela 4 são enumerados os serviços afetos à gestão de

utilizadores. No Anexo A serão apresentados mais detalhes sobre os atributos/parâmetros e retornos de cada método.

Tabela 4 - Serviços do perfil do utilizador

Letra	Serviço	Descrição
A	POST /user/profile/	Criar perfil do utilizador
B	POST /user/login/	Autenticar utilizador
C	GET /user/profile/	Consultar perfil do utilizador
D	DELETE /user/profile/	Apagar perfil do utilizador
E	POST /user/renewProfile/	Atualizar perfil do utilizador

Na Tabela 5 são enumerados os serviços afetos à gestão de anúncios.

Tabela 5 - Serviços do anúncio

Letra	Serviço	Descrição
F	POST /announcement/o/	Cria anúncio de oferta
G	POST /announcement/d/	Cria anúncio de procura
H	GET /announcement/	Consultar anúncio
I	DELETE /announcement/	Apagar anúncio
J	PUT /announcement/subscription/	Subscrever anúncio
K	DELETE /announcement/subscription/	Aceitar ou rejeitar a subscrição
L	GET /announcement/s/	Procurar anúncios
M	POST /announcement/evaluate/	Avaliação do utilizador referente ao anúncio
N	POST /announcement/suggest/	Sugerir/Associar anúncio de oferta a anúncio de procura

No Anexo A serão apresentados mais detalhes sobre os atributos/parâmetros e retornos de cada método.

3.1.2 Camada de Lógica

A camada lógica lida com o comportamento manipulando os dados necessários ao funcionamento do SB. Esta camada implementa as atividades, isto é, processamento, pesquisa e geração de conteúdos sendo composta por cinco módulos explicados nas secções seguintes.

3.1.2.1 Calculadora de Dióxido de Carbono

Quando se opta por realizar uma viagem, é necessário ter em consideração a quantidade de dióxido de carbono que é produzida por um determinado veículo (cada veículo tem a sua própria taxa de emissão de CO₂).

Na Figura 22 é apresentado o exemplo de uma viagem, com origem na Avenida Avelino da Mota e com o destino na Estrada da Lagoa Azul, ao qual corresponde um percurso de 19,6 Km.

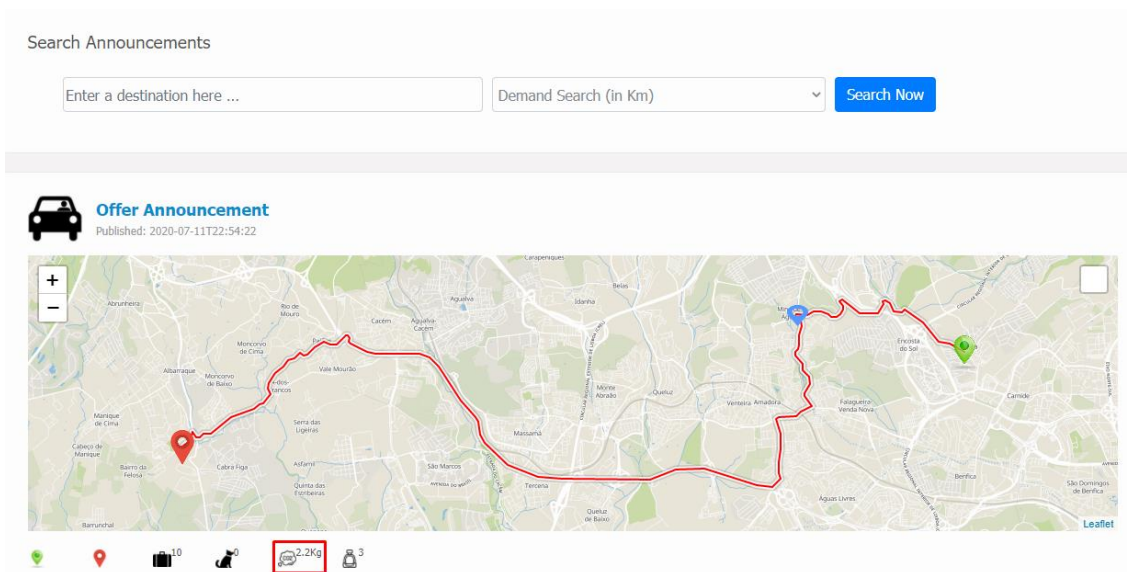


Figura 22 - Ecrã com o cálculo de CO₂

Assumindo que a taxa de emissão de CO₂ associada ao veículo é 112 g/Km, consequentemente, o total de CO₂ libertado na viagem é 2,2 Kg.

3.1.2.2 Identidade

O componente de identidade (*Identity*) é responsável por verificar as identidades dos utilizadores, assegurando a privacidade dos mesmos [61]. Este processo é realizado pelos administradores de cada comunidade. Na Figura 23 é apresentado o modelo do domínio de um utilizador.

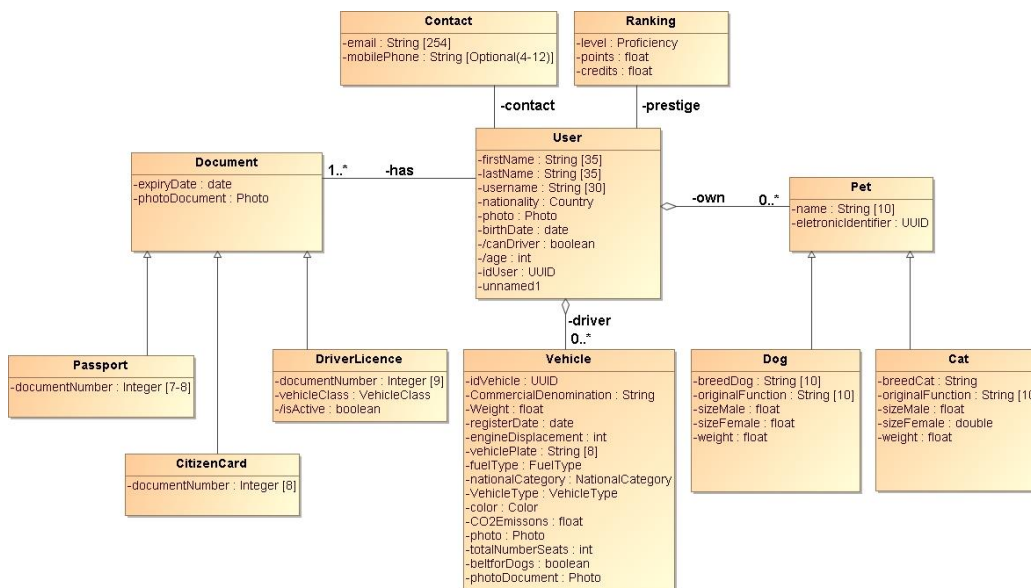


Figura 23 - Modelo de domínio do utilizador

Os dados mais sensíveis, de acesso exclusivo pelo administrador, são: primeiro e último nome, endereço de correio eletrónico, nacionalidade, data de nascimento, documento de identificação e documento de habilitação para conduzir. Os dados trocados entre os utilizadores são estritamente o *username* (pseudónimo), foto de perfil, reputação e dados referentes ao veículo. O componente de identidade inclui um gerador de pseudónimos empregues para não comprometer a identidade real dos utilizadores.

Na Figura 24 é apresentado o ecrã com os atributos do utilizador indicados no registo.

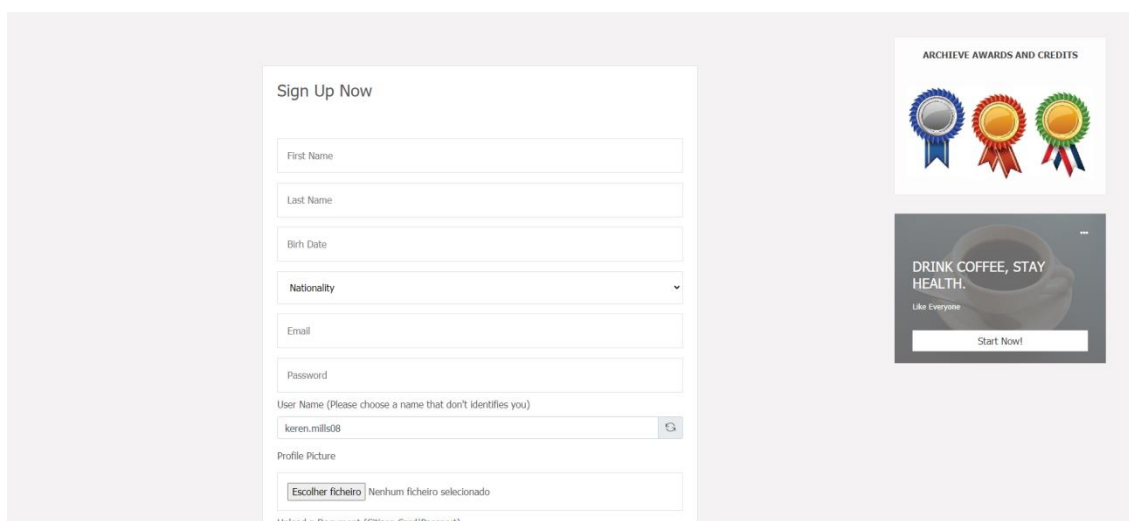


Figura 24 - Ecrã de registo

Para aumentar a confiança dos utilizadores, o administrador valida os dados de registo associados á comunidade recorrendo aos meios e às fontes de informação que achar convenientes.

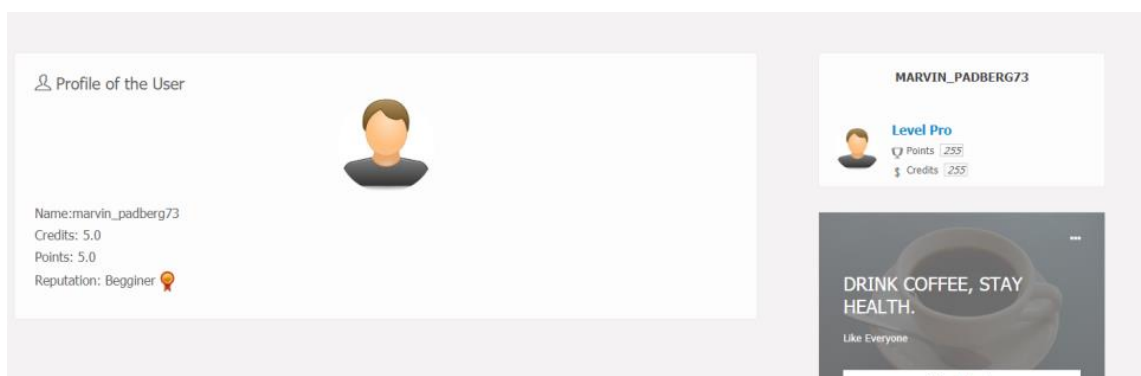


Figura 25 - Ecrã com perfil do utilizador

Na Figura 25 é apresentado um exemplo relativo ao perfil do utilizador com a informação que pode ser visualizada por outros utilizadores, nomeadamente: o nome do utilizador, a reputação (pontos e nível) e a foto de perfil.

3.1.2.3 Reputação

Cada utilizador tem a sua reputação que é dinamicamente calculada, pelo componente *Ranking*, a partir das interações suportadas pelo SB.

Os pontos que os utilizadores vão ganhando ou que até podem perder são configurados pelos administradores de cada comunidade, tal como o são as regras de conversão de pontos em níveis de reputação apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Sistema de reputação

Reputação	Pontuação
Principiante	0 a 50
Amador	51 a 100
Profissional	101 a 500
Veterano	501 a 2000
Mestre	2001 a 1000000

Cada viagem tem um determinado custo que é representado sob a forma de pontos (que equivalem a créditos). Sendo assim, cabe ao administrador configurar o cálculo do custo das viagens na sua comunidade, que consoante a quantidade de quilómetros, determina os respetivos pontos. Atualmente, o incremento de pontos é linear, no entanto, pode ser adaptado conforme a relevância, por exemplo, passando a ser logarítmico.

Os pontos estão diretamente relacionados com os créditos que são geridos pelo componente que processa as recompensas. Sendo assim, o incremento de pontos na reputação tem um correspondente incremento nos créditos. As regras usadas para determinar os pontos a partir das interações, referem a constante p configurada pelo administrador e são agrupadas em recompensas e penalizações.

As recompensas são, designadamente:

- a) Registo na plataforma (p);
- b) Publicar anúncio de oferta ($3 * p$);
- c) Adicionar um anúncio de procura ($2 * p$);
- d) Após viagem realizada:
 - a. Condutor ($5 * p$);
 - b. Passageiro ($4 * p$);
- e) Avaliação do condutor e dos passageiros (grau de satisfação 0 a 100%):
($\text{Porcentagem} / 100 * p$);

Os utilizadores também podem ser penalizados, nomeadamente:

- a) Cancelamento de uma subscrição (-p * 100);
- b) Cancelamento de um anúncio de oferta, caso contenha já subscrições (-p * 100);
- c) Falta de comparência (-p * 250).

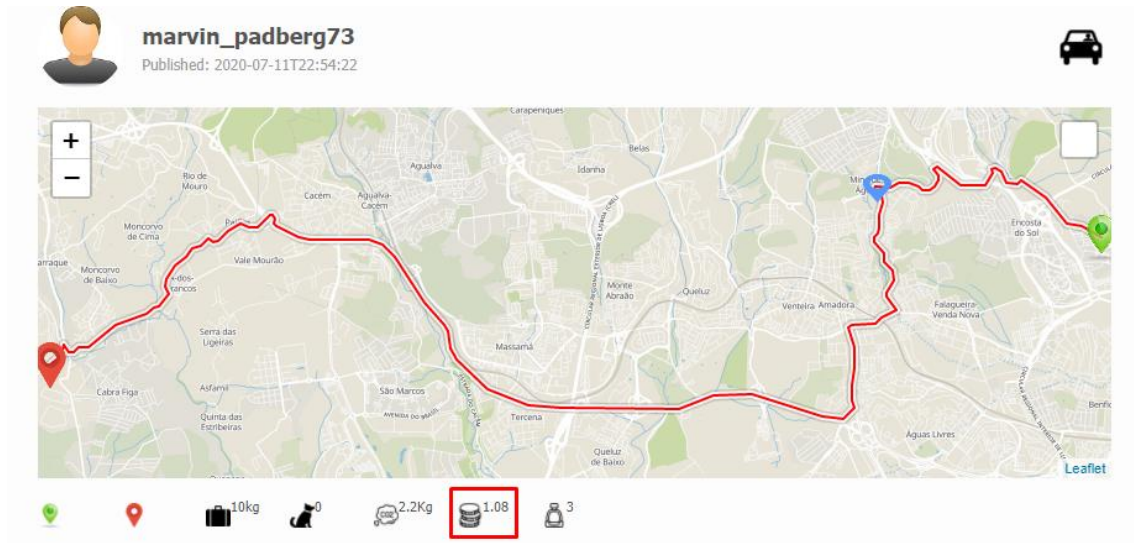


Figura 26 - Ecrã com o cálculo de custos

Na Figura 26 é apresentado um anúncio com o cálculo dos pontos atribuídos a uma viagem, onde, por cada subscrição são atribuídos 1.08 pontos.

3.1.2.4 Recomendação

As interações que um utilizador pode realizar são publicar, procurar, subscrever e sugerir anúncios tal como foi mencionado na secção 3.1.

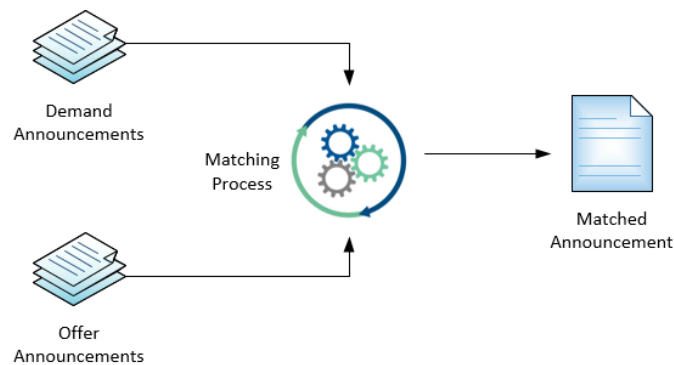


Figura 27 - Processo de recomendação

Quando um anúncio é publicado podem já existir anúncios que o satisfazem. Sempre que um viajante procura anúncios é executado um algoritmo de correspondência, pelo componente *Recommender*, que produz uma anotação que facilita a verificação da

disponibilidade de anúncios correspondentes. Na Figura 27 é ilustrado o processo de recomendação.

Para o efeito, considerou-se a implementação de um algoritmo de correspondência (ou emparelhamento) que tem em consideração janelas espaciais e temporais para emparelhar os anúncios que têm, por exemplo, origens e/ou destinos semelhantes.

As janelas espaciais e temporais representam a tolerância admissível no processo de recomendação. A dimensão destas janelas é configurada pelo administrador do SB.

Por exemplo, se a tolerância da janela espacial, para origem da viagem, for 1 Km, isto significa que só existirá correspondência de anúncios cuja origem pertença ao círculo com raio de 1 Km. Por exemplo, se a tolerância da janela espacial para data/hora da partida da viagem for de 5 minutos, isto significa que serão selecionados os anúncios cuja diferença relativa à sua data/hora de partida seja menor ou igual a 5 minutos.

Na Figura 28 é apresentado um exemplo de um anúncio do tipo procura, com origem na Avenida São Pedro, em Odivelas e com destino na Ingremate Lda, em Trajouce.

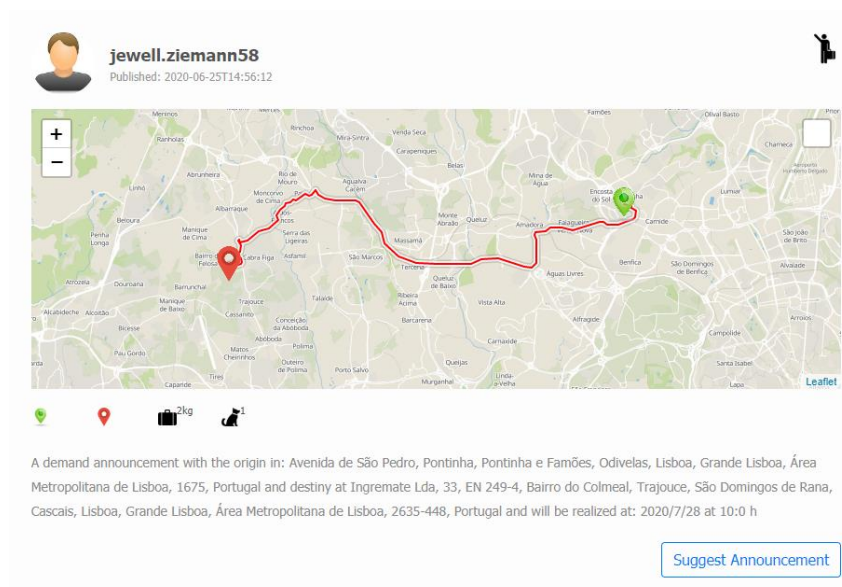


Figura 28 - Ecrã com anúncio de procura

Na Figura 29 é apresentado um anúncio de oferta com características semelhantes ao anúncio de procura, ou seja, foi selecionado pelo algoritmo de correspondência.

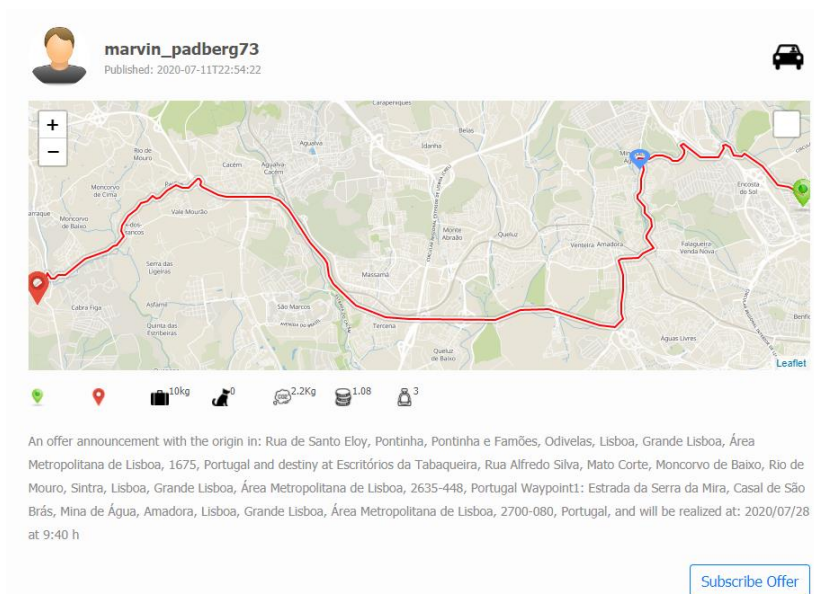


Figura 29 - Ecrã com anúncio de oferta

Neste caso, a janela espacial pré-definida no SB, tem um raio de 5 Km, entre os pontos de origem e destino e a data/hora tem uma dimensão de 48 horas.

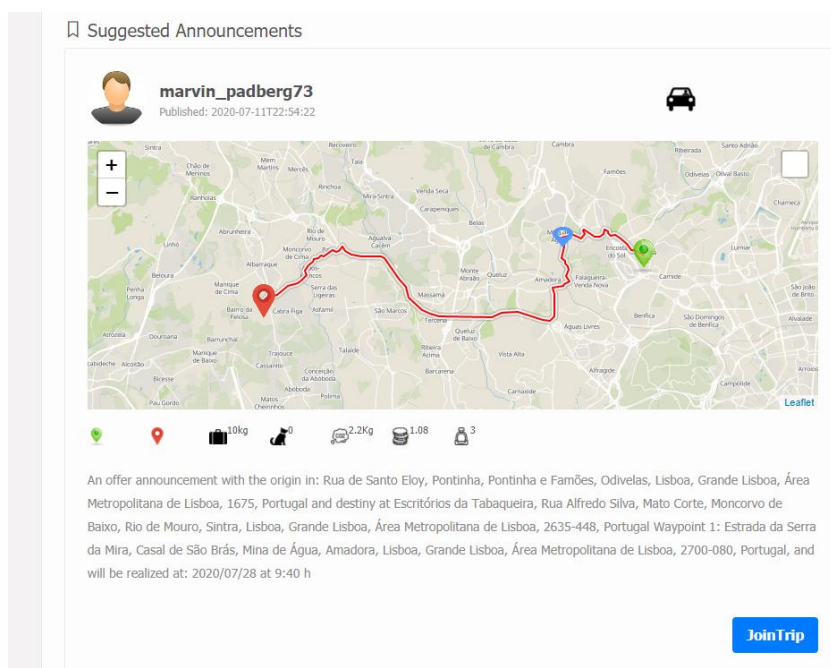


Figura 30 - Ecrã com anúncio sugerido pelo sistema

Na Figura 30 é apresentado o anúncio que foi sugerido pelo sistema ao utilizador.

3.1.2.5 Recompensa

O componente de recompensa (*Rewarding*) gere os créditos do utilizador, suportando a conversão para recompensas. Estas recompensas são geridas pelos

patrocinadores do SB indicando uma descrição, uma quantidade e um intervalo de validade. Cada interação do utilizador com o SB é contabilizada em pontos de reputação aos quais correspondem créditos.

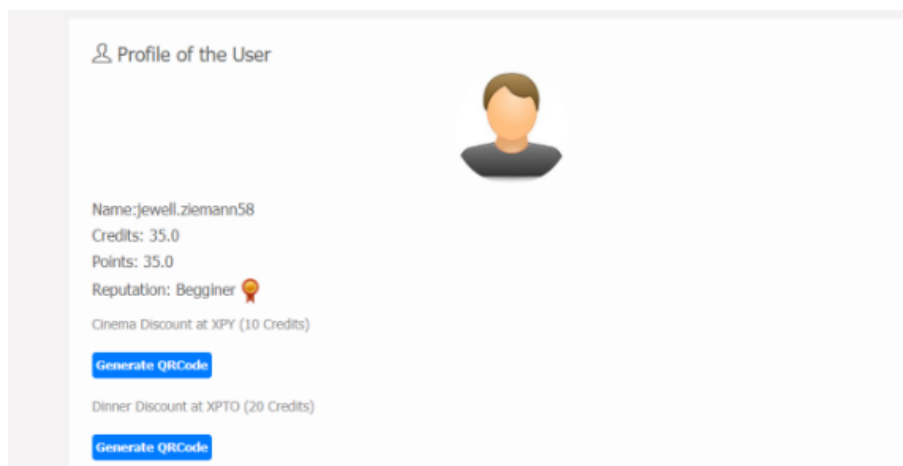


Figura 31 - Ecrã com recompensas disponíveis

A conversão de créditos em recompensas é realizada produzindo um *QR Code* que indica os créditos consumidos, o nome do patrocinador, o identificador do utilizador e o *username*.

Naturalmente, os *QR Codes* só podem ser emitidos para ofertas que sejam disponibilizadas pelos patrocinadores. Os *QR Codes* são apenas visíveis quando o utilizador os gera ficando à sua responsabilidade guardá-los para posterior apresentação.

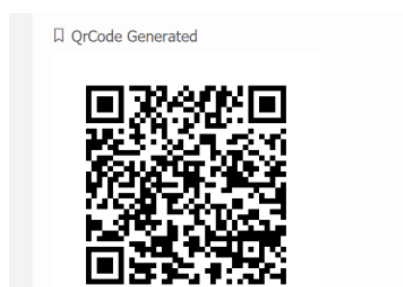


Figura 32 - Ecrã com o *QR Code* gerado

Na Figura 31 é apresentado o ecrã onde o utilizador pode converter os seus créditos em dois tipos de recompensas, designadamente: desconto num bilhete de cinema e desconto num jantar. Na Figura 32 é apresentado o *QR Code* gerado, neste caso foi selecionado o desconto de bilhete de cinema do patrocinador XPY.

Barcode format	QR_CODE
Parsed Result Type	TEXT
Parsed Result	The idUser: 56e425f8-11ea-87d9-0a002700000f The User Name: jewell.ziemann58 The Sponsor: XPY

Figura 33 - Informações incluídas no QR Code

Na Figura 33 é apresentada a informação incluída no QR Code gerado.

3.1.2.6 Procura

O componente de procura (*Search*) suporta a pesquisa de anúncios publicados no SB. Na Figura 34 é apresentado o modelo de um anúncio. Um anúncio pode ser de dois tipos, nomeadamente: oferta ou procura. Caso se trate de um anúncio de oferta, é obrigatório ter um veículo associado, podendo conter zero ou mais subscrições.

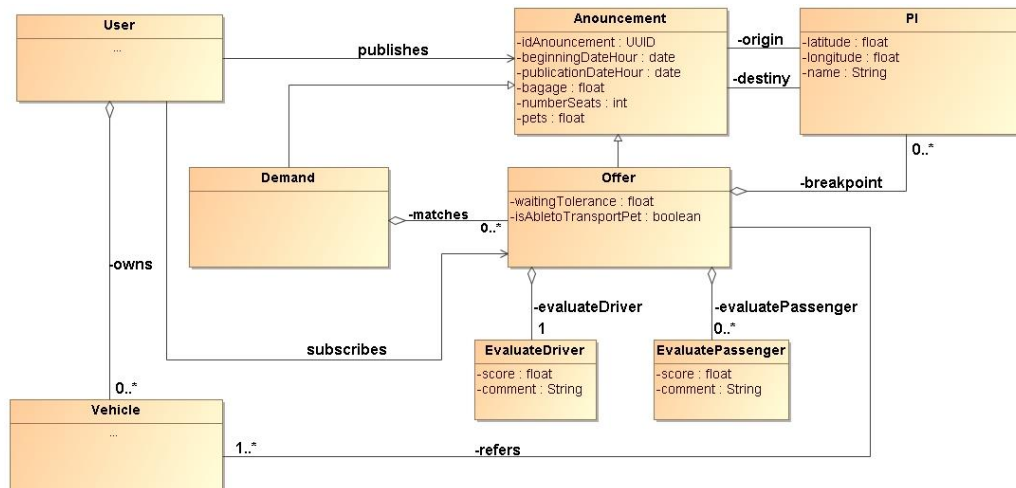


Figura 34 - Modelo de domínio de um anúncio

No final de cada viagem são realizadas notificações para avaliarem os outros viajantes. Neste caso, os parâmetros de avaliação, são, designadamente: a pontuação de um a cinco (representada por estrelas) e um comentário, sendo este opcional, sobre o comportamento do condutor/viajante durante a viagem.

Este componente disponibiliza um filtro de procura que permite procurar anúncios de três formas, nomeadamente:

- a) Destino e raio de procura;
- b) Utilizador que subscreveu;
- c) Utilizador que publicou.

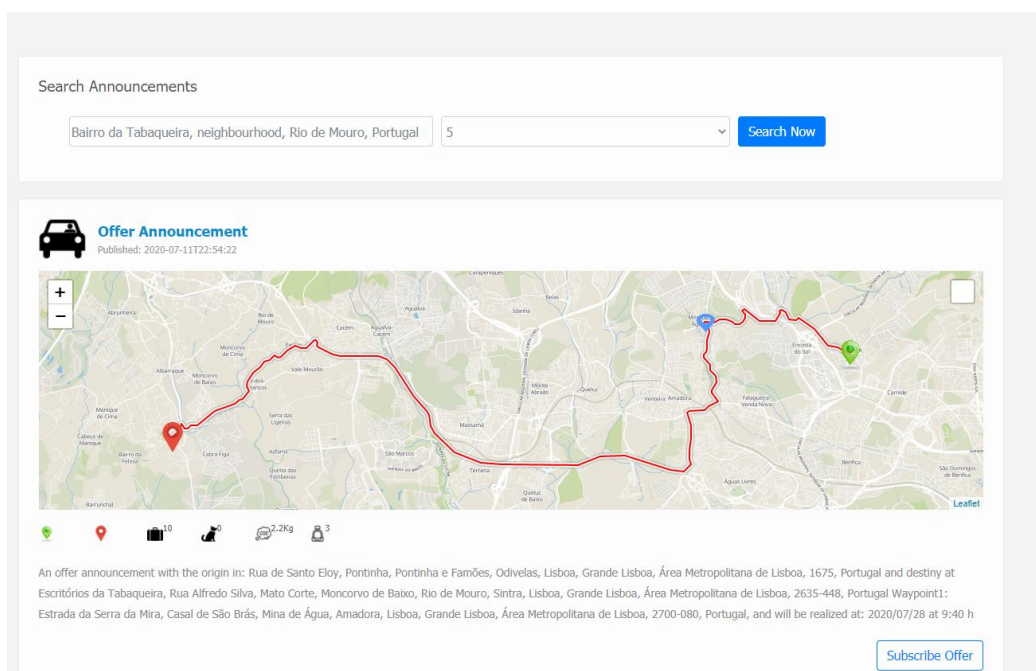


Figura 35 - Procura de um anúncio

Na Figura 35 é apresentada, a título de exemplo, uma procura realizada por um utilizador para o destino Bairro da Tabaqueira indicando a tolerância 5 Km.

3.1.3 Camada de Dados

Genericamente, a camada de dados tem à sua responsabilidade a manutenção dos dados, que podem ser armazenados numa base de dados, em ficheiros ou noutra plataforma que suporte a lógica de acesso aos dados [62].

No SB existem dois tipos de componentes de dados: dados relacionais e dados geográficos. O componente de dados relacional está associado aos utilizadores e aos anúncios. Os componentes da camada lógica, tais como: recomendação de anúncios e reputação de utilizador acedem naturalmente a dados relacionais. Os dados geográficos são mantidos numa base de dados geográfica, que pode ter o seu ambiente de execução específico, por exemplo, recorrendo ao Docker [63] que é uma plataforma *Open Source* de desenvolvimento, aprovisionamento e execução baseada na linguagem *Go* [64] ou em *NodeJs* [65] que facilita a criação e a gestão de ambientes isolados suportados na tecnologia de *containers*.

3.2 Abordagem

Face à quantidade crescente de SB que proliferam, julgou-se pertinente no contexto desta dissertação, propor um paradigma facilitador da organização de sistemas de boleias, com administração autónoma. Este paradigma é materializado num agregador que adota uma arquitetura que combina a informação obtida a partir de múltiplos SB preservando a sua autonomia, evitando a replicação e a centralização de dados por razões de proteção desses mesmos dados. Neste âmbito, assume-se que o conceito de agregação é um processo que consiste na combinação de informação gerida pelos SB sobre, designadamente, os utilizadores e os anúncios.

3.2.1 Data Scraping

Numa primeira abordagem, a agregação de informação podia ser concretizada a partir dos ecrãs dos SB (*data scraping*) existentes. Este processo não obriga à migração de dados, podendo envolver alguma adaptação dos SB aderentes. Na Figura 36 é ilustrado um exemplo de *Web Scraping* para obtenção de dados com vários formatos, nomeadamente, base de dados relacional, *eXtensible Markup Language (XML)*, *Comma-Separated Values (CSV)* e *Text file (TXT)*, a partir de múltiplas fontes disponíveis na *Web*.

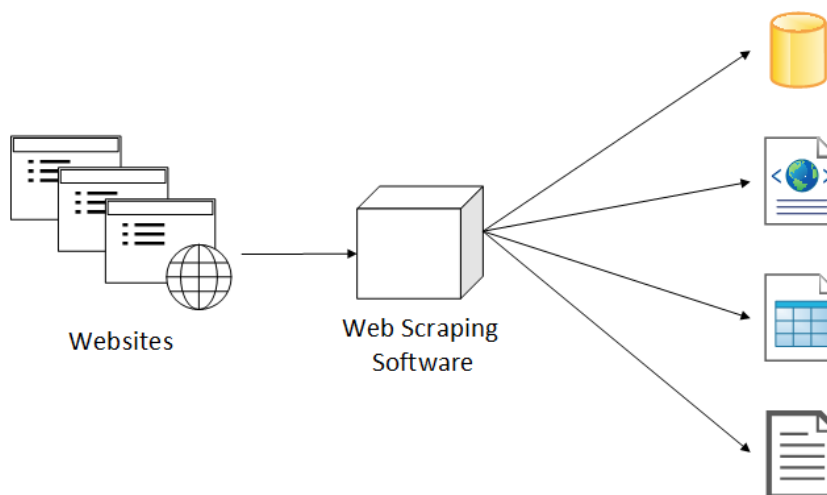


Figura 36 - *Web Scraping*

No entanto, para além de existirem dificuldades com a publicação e subscrição dos anúncios que obrigam ao registo local dos utilizadores, ainda existem problemas legais com o uso dessa informação sem prévio acordo. Os acordos são o caminho desejável

para as comunidades negociarem, protegendo os interesses dos seus utilizadores e oferecerem um serviço mais robusto [66].

3.2.2 Arquitetura Multi-Inquilino

Numa segunda abordagem, a agregação de informação podia ser realizada adotando uma arquitetura multi-inquilino, do inglês *multi-tenant*, tipicamente com alojamento na nuvem, com recursos computacionais elásticos, pagando pelo uso e seguindo o modelo *Software as a Service (SaaS)* [67]. Na Figura 37 são apresentadas arquiteturas do tipo inquilino simples e múltiplos inquilinos.

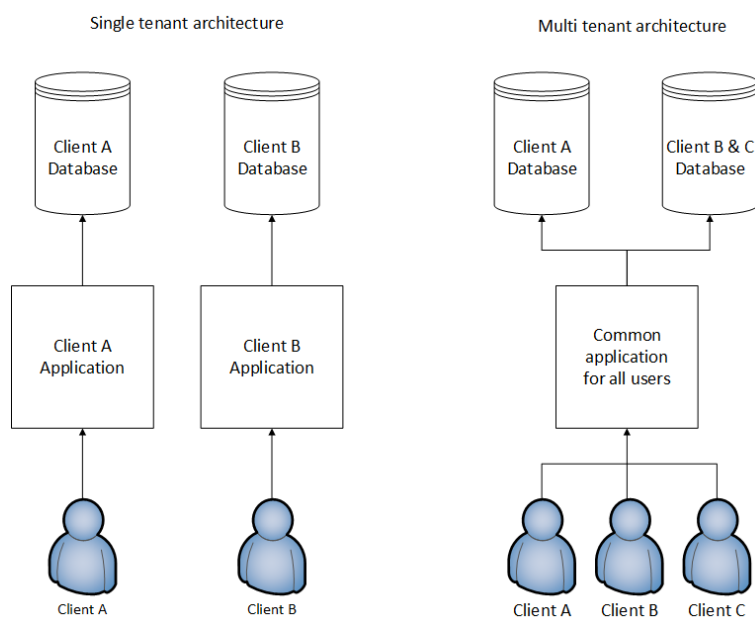


Figura 37 - Arquitetura inquilino simples vs multi-inquilino

Sendo aparentemente uma solução mais económica, pode existir dificuldade em suportar custos crescentes, manter a privacidade e ultrapassar obstáculos legais à concentração de dados pessoais [68].

3.2.3 Arquitetura Peer-to-Peer

Numa terceira abordagem, a agregação de informação podia ser efetuada adotando uma arquitetura P2P (em português par a par), onde os intervenientes assumem simultaneamente o papel de cliente e servidor. Tipicamente esta arquitetura é adotada para distribuição de conteúdos que podem ser consumidos em tempo real. A título de exemplo, indicam-se soluções bem conhecidas, nomeadamente: o BitTorrent [69], o Emule [70] e o Vuze [71]. Devido às características únicas desta arquitetura, a sua utilização ficou indelevelmente associada a atividades que não respeitam a

propriedade intelectual. Por outro lado, estas características provaram ser relevantes para protegerem a privacidade e o anonimato dos utilizadores.

O uso desta arquitetura requer conhecimento sobre os sistemas aderentes, o que obriga numa primeira aproximação, à existência e à manutenção de sistemas adicionais para suportarem o protocolo de descoberta designando-se por arquitetura P2P híbrida. Nesta arquitetura, considerada centralizada, existe a dependência de um ou mais servidores que podem gerir toda a informação ou simplesmente a informação associada à descoberta. Na Figura 38 é representada uma arquitetura P2P híbrida com um só servidor, o que introduz um único ponto de falha e de estrangulamento.



Figura 38 - Arquitetura P2P híbrida

A existência de servidores leva à dependência de terceiros e a custos que têm de ser partilhados. Sendo assim, parece desejável adotar uma arquitetura P2P pura completamente descentralizada, sem a existência de servidores, removendo pontos de falha e de estrangulamento.



Figura 39 - Arquitetura P2P pura

Na Figura 39 é ilustrada uma arquitetura P2P pura, onde existe interação dinâmica entre pares.

3.2.4 Gateway de Agregação

Considerando os argumentos apresentados na abordagem anterior, propõe-se que seja usada a arquitetura P2P pura, para implementar o agregador, onde cada SB é

representado por uma extensão materializada pela respetiva *gateway* de agregação. Na Figura 40 é ilustrado um SB de referência, com as camadas descritas na secção 3.1, onde se destaca a extensão materializada pela *gateway* de agregação.

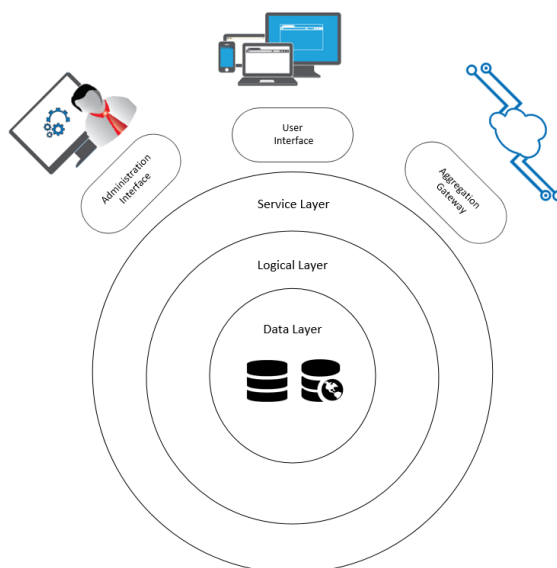


Figura 40 - Arquitetura de um SB

A Figura 41 ilustra a utilização da arquitetura P2P para agregar os SB que representam as comunidades designadas pelas letras de A a E.

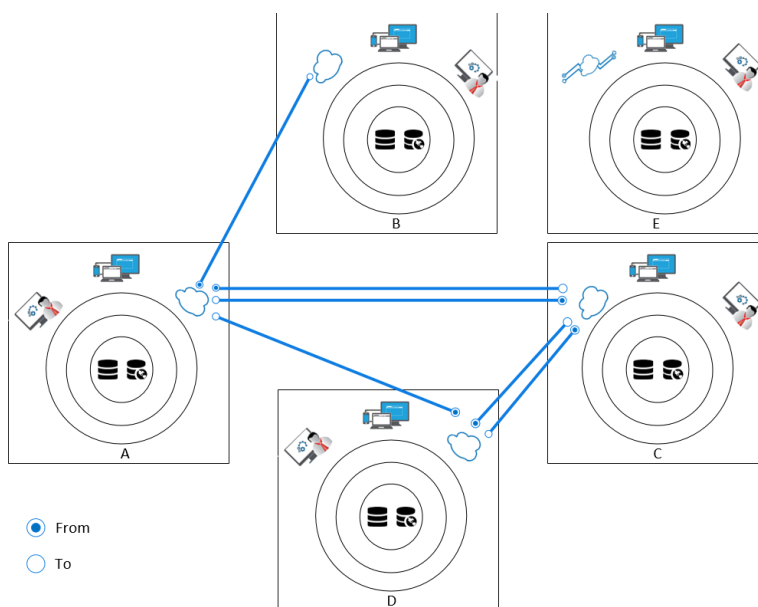
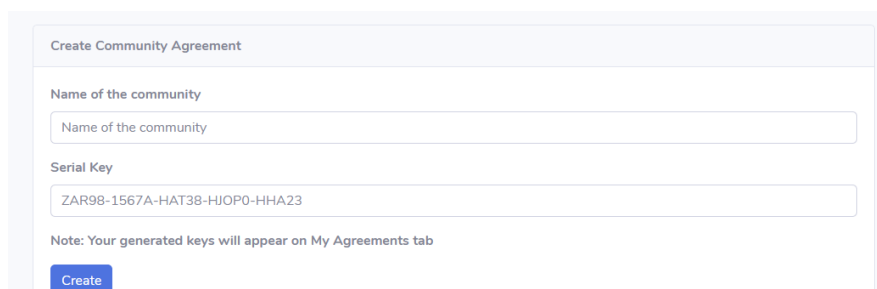


Figura 41 - Arquitetura P2P entre SB

A título de exemplo, na Figura 41, são ilustrados acordos previamente estabelecidos entre as comunidades. A leitura dos acordos é unidirecional (do *From* para o *To*). A comunidade A tem acordos com as comunidades C e D. A comunidade B tem um

acordo com a comunidade A. A comunidade C tem acordos com as comunidades A e D. A comunidade D tem um acordo com a comunidade C. A comunidade E não tem nenhum acordo, ou seja, está isolada.

As possibilidades de partilha de informação entre SB são definidas pelo estabelecimento de acordos geridos pelos respetivos administradores das comunidades. Os acordos autorizam a partilha de informações relativas aos anúncios e aos utilizadores. Um acordo é configurado através de um URL que refere a *gateway* de agregação do SB que disponibiliza anúncios e uma *Serial Key* que o representa. Concretamente, a *Serial Key* é uma chave gerada aleatoriamente pelo SB que disponibiliza os anúncios, sendo divulgada ao administrador da comunidade parceira através de meios de comunicação externos com o objetivo de garantir a segurança e a privacidade dos utilizadores.



Create Community Agreement

Name of the community

Name of the community

Serial Key

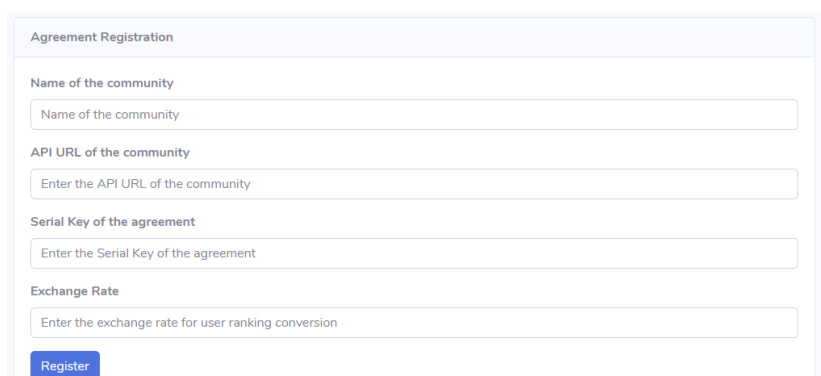
ZAR98-1567A-HAT38-HJOP0-HHA23

Note: Your generated keys will appear on My Agreements tab

Create

Figura 42 - Ecrã de criação de acordos

Na Figura 42 é apresentado o ecrã que mostra a *Serial Key* gerada para ser divulgada ao administrador da comunidade que é autorizada a aceder à informação.



Agreement Registration

Name of the community

Name of the community

API URL of the community

Enter the API URL of the community

Serial Key of the agreement

Enter the Serial Key of the agreement

Exchange Rate

Enter the exchange rate for user ranking conversion

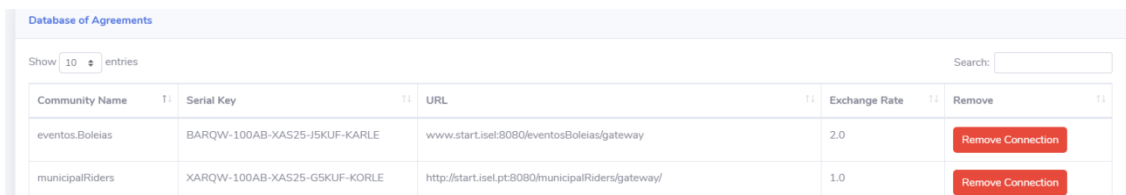
Register

Figura 43 - Ecrã de registo de acordos

Na Figura 43 é apresentado o ecrã onde o administrador pode registar um acordo indicando o nome da comunidade, o URL da *gateway* de agregação e a *Serial Key*

previamente fornecida assim como a taxa de intercâmbio que irá ser usada para converter a reputação dos utilizadores remotos.

Por último, o administrador tem ainda a possibilidade de gerir os acordos estabelecidos com outras comunidades, tal como é ilustrado na Figura 44.



Community Name	Serial Key	URL	Exchange Rate	Remove
eventos.Boleias	BARQW-100AB-XAS25-JSKUF-KARLE	www.startLisel:8080/eventosBoleias/gateway	2.0	Remove Connection
municipalRiders	XARQW-100AB-XAS25-GSKUF-KORLE	http://startLisel.pt:8080/municipalRiders/gateway/	1.0	Remove Connection

Figura 44 - Ecrã de gestão de acordos

A *gateway* de agregação acede a outras *gateways* que recorrem aos componentes locais *Identity* e *Search* da camada lógica, implementando um acesso remoto, expondo um subconjunto dos métodos indicados na Tabela 4 (método: C) e Tabela 5 (métodos: H, J, K, L, M e N). Para mais detalhes pode ser consultado o Anexo B.

Devido a cada comunidade ter o seu próprio sistema de reputação, parametrizado pelo seu administrador, a invocação do método C envolve um processamento adicional que consiste na conversão da reputação no SB remoto para a reputação no SB local. Esta conversão pode estar sujeita a melhoramentos, no entanto, adotou-se como norma utilizar o valor julgado conveniente pelo administrador, designado como taxa de intercâmbio. Esta taxa pode ser determinada automaticamente, usando por exemplo o valor médio das reputações nos SB envolvidos.

Atendendo ao facto de uma procura suportada pelo método L necessitar de incluir anúncios remotos, significa que é preciso executar uma procura distribuída [72]. A quantidade de anúncios devolvidos numa procura é limitada por um parâmetro de configuração que pode ser ajustado considerando aspetos relacionados com a eficiência. Sendo assim, numa primeira interação, a procura distribuída lança procuras remotas e obtendo em cada uma delas um conjunto de anúncios. Estes anúncios são mantidos em memória e ordenados para definir o conjunto de anúncios a devolver, limitado pelo respetivo parâmetro de configuração. Os anúncios seguintes são os que ainda restam em memória. Caso sejam consumidos todos os anúncios em memória, é lançada uma nova procura distribuída, indicando que se trata de uma nova iteração.

4

Avaliação Experimental

Este capítulo é dedicado à avaliação experimental da proposta, apresentada no capítulo 3, começando por elencar as características tecnológicas do demonstrador e descrevendo posteriormente quatro cenários de demonstração.

4.1 Demonstrador

Para suportar os cenários de demonstração foram instanciadas três comunidades: “daBoleias”, “municipalRiders” e “boleias.Eventos”. Estas comunidades são fictícias, assume-se que o “daBoleias” está associado a uma empresa, o “municipalRiders”, hipoteticamente, pertence a uma câmara municipal e, por último, o “boleias.Eventos” que dá apoio a eventos musicais.

A interação com as comunidades de sistemas de boleias, integradas no demonstrador empregue na avaliação experimental, pode ser concretizada acendendo aos URL das comunidades: “daBoleias” (www.start.isel.pt:8080/daBoleias), “municipalRiders” (www.start.isel.pt:8080/municipalRiders) e por último “boleias.Eventos” (www.start.isel.pt:8080/boleiasEventos).

Na Figura 45 é apresentado um diagrama de instalação do demonstrador, onde foi colocado um servidor *proxy* (Nginx [73]) para que seja possível encaminhar os pedidos para a respetiva comunidade. As setas bidirecionais representam o fluxo de mensagens *Hypertext Transfer Protocol* (**HTTP**). Cada comunidade é um sistema independente, isto é, cada uma tem a sua própria máquina virtual, que neste caso usa o sistema operativo RancherOS 1.5.6 [74]. Os SB das comunidades estão alojados num servidor

existente no laboratório de investigação (start.isel.pt) que usa o sistema operativo *Windows Server 2008*. Cada máquina virtual é composta por dois tipos de *containers*: Apache Tomcat [75] e MySQL [76]. Assume-se que um *container* é um ambiente isolado que executa o seu próprio código no contexto de um servidor onde é representado por um *host* [77].

Para o primeiro *container* foi escolhido o Apache Tomcat como servidor aplicacional por ser uma opção comum e popular e para segundo *container* foi escolhido o MySQL para motor de base de dados pelo facto de ser gratuito e ser vastamente usado o que promete continuidade.

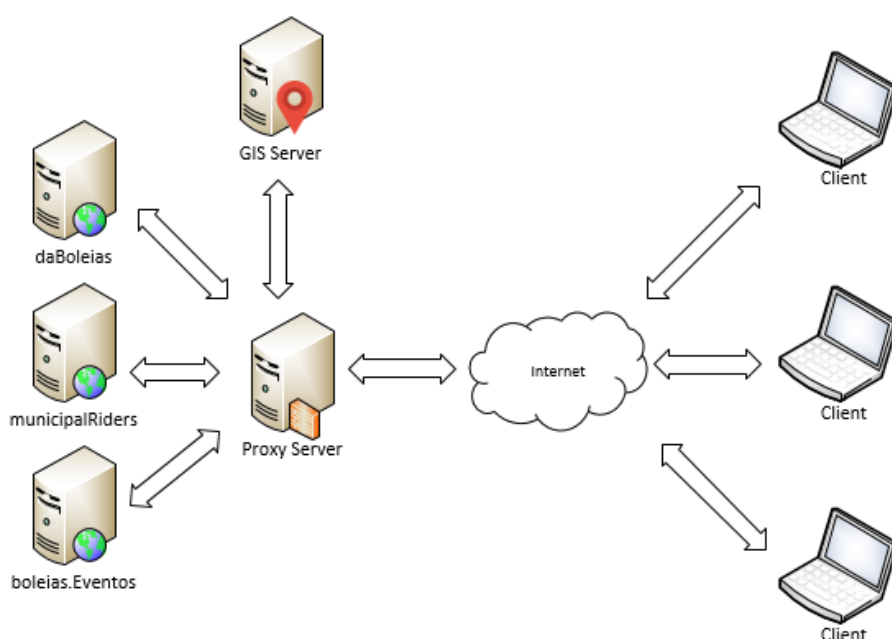


Figura 45 - Diagrama de instalação do demonstrador

Cada máquina virtual segue a implementação de referência apresentada no Capítulo 3. Cada máquina contém uma *gateway* a qual foi melhorada adaptando uma interface de agregação. Tanto a interface de serviços como a interface de agregação são implementadas com o recurso a serviços *Representational State Transfer (REST)*. [78]. Estes serviços são simples porque são baseados no protocolo HTTP de forma explícita. Os URL são usados para expor a estrutura do serviço que permite usar vários formatos de representação de conteúdos, por exemplo, XML, *JavaScript Object Notation (JSON)* ou *Really Simple Syndication (RSS)*. A interação com este tipo de serviços não mantém estado, ou seja, é independente e uniforme [79].

Para facilitar a avaliação experimental, foram personalizadas interfaces humanas para cada comunidade, considerando que a tecnologia mais adequada para a implementação das mesmas é baseada em HTML5, CSS3 e *JavaScript* 1.8.5. Para a geração dinâmica de páginas, optou-se pelo emprego da tecnologia *JavaServer Pages (JSP)*.

Adicionalmente foi instalado um servidor de *Geographic Information System (GIS)* que contém o componente dos mapas e de encaminhamento que também usa o sistema operativo RancherOS simultaneamente com o Docker. Foram criados também dois *containers*, sendo que o primeiro representa os mapas, usando o motor OpenStreetMaps disponibilizado pelo klokantech [80] e o segundo para o encaminhamento, usando o motor *Open Source Routing Machine (OSRM)* [81].

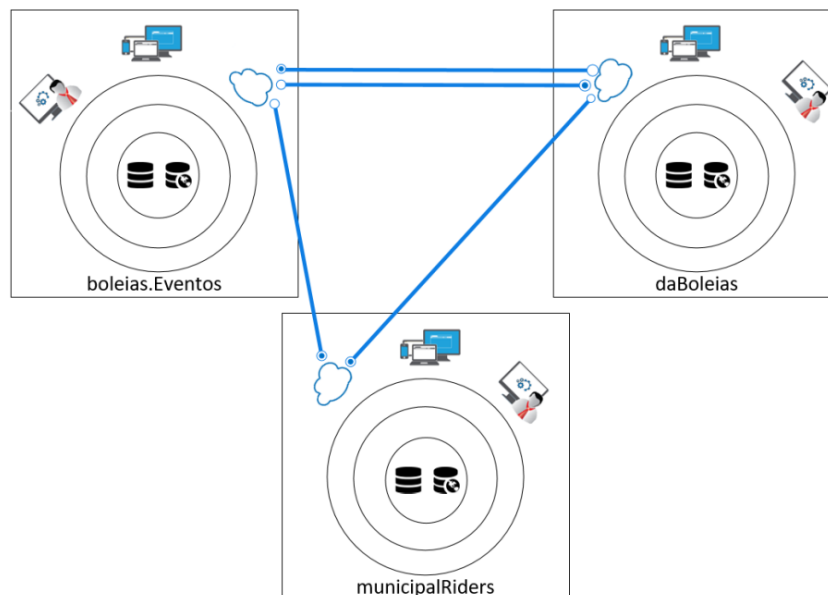


Figura 46 - Diagrama do demonstrador

Na Figura 46 é apresentado o diagrama de interação entre as três comunidades concebido para efeitos de demonstração. A comunidade “municipalRiders” disponibiliza os seus anúncios a todas as comunidades. A comunidade “daBoleias” apenas disponibiliza anúncios à comunidade “boleias.Eventos”. A comunidade “boleias.Eventos” apenas disponibiliza os seus anúncios à comunidade “daBoleias”.

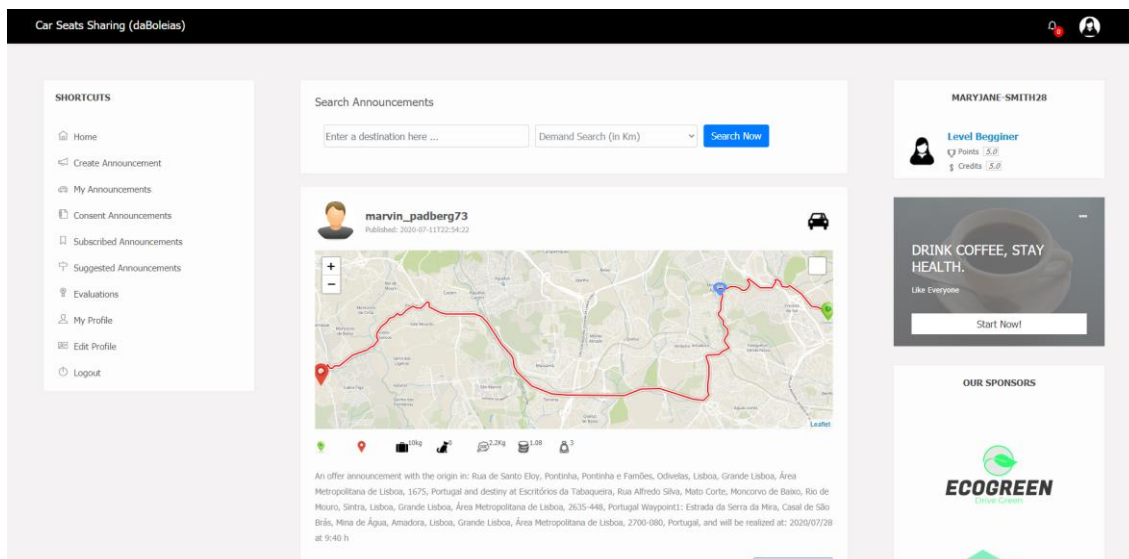


Figura 47 - Ecrã com lista de anúncios

Na Figura 47 é apresentado a lista de anúncios do SB “daBoleias”. Por omissão, os anúncios são apresentados de forma ordenada de acordo com a data e hora de partida. Quando um determinado utilizador deseja ver mais anúncios deve avançar na página.

4.2 Cenário 1 - Reputação do Utilizador

Os SB têm as suas próprias regras para atribuírem pontos á reputação do utilizador. Sendo assim, podem existir divergências entre os valores de reputação apresentados noutros SB. Por exemplo, a utilizadora Annie Granger, com o pseudónimo cindie-satterfield38, registada na comunidade “municipalRiders”, tem um nível de reputação profissional com 205 pontos tal como é apresentado na Figura 48.

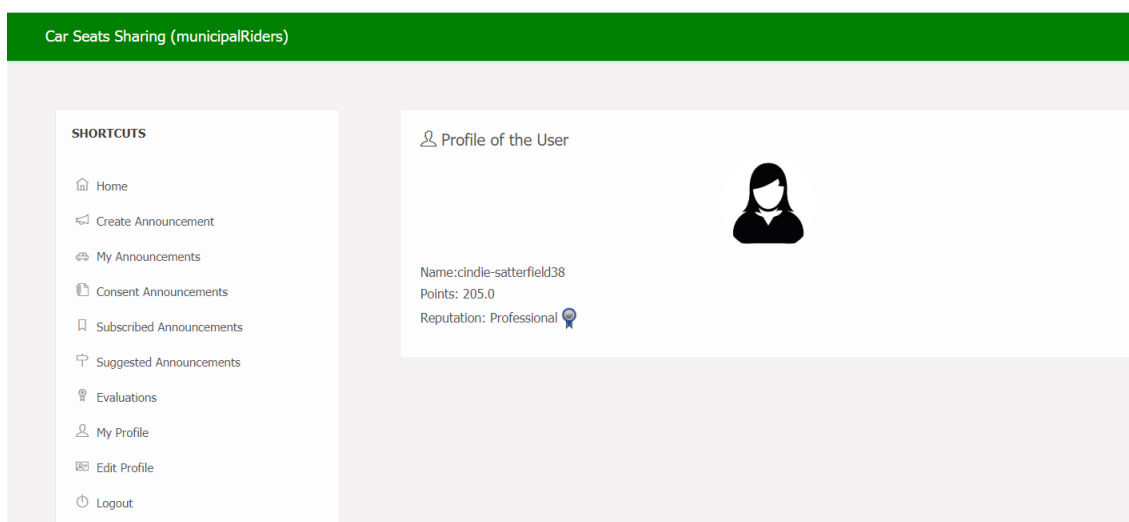


Figura 48 - Reputação na comunidade "municipalRiders"

No entanto, esta utilizadora, na comunidade “daBoleias”, possui apenas 41 pontos devido à taxa de intercâmbio, configurada pelo administrador ser 80%.

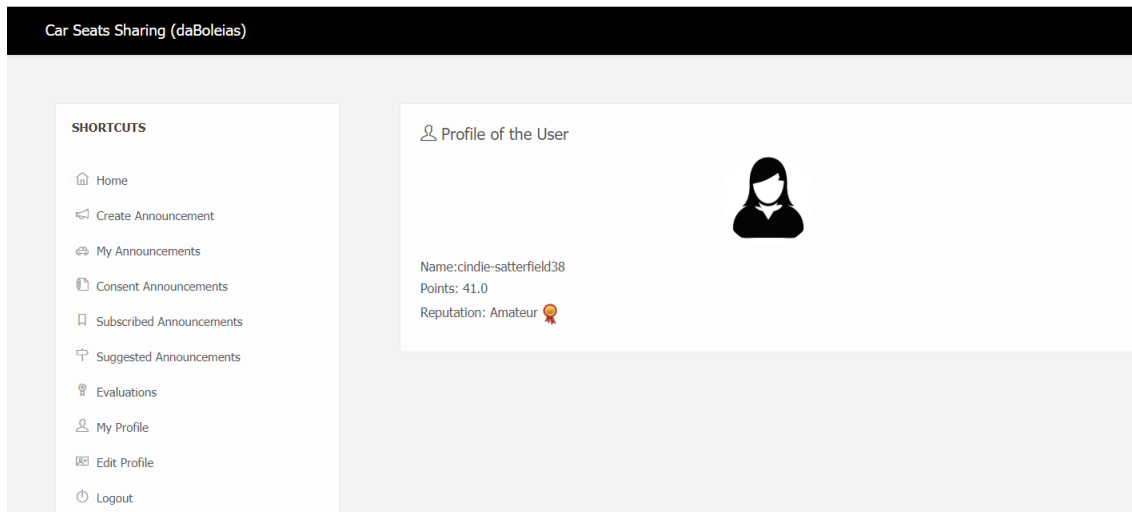


Figura 49 - Reputação na comunidade "daBoleias"

Na Figura 49 é ilustrada a reputação na comunidade “daBoleias” (41 pontos aos quais correspondem o nível *Amateur*).

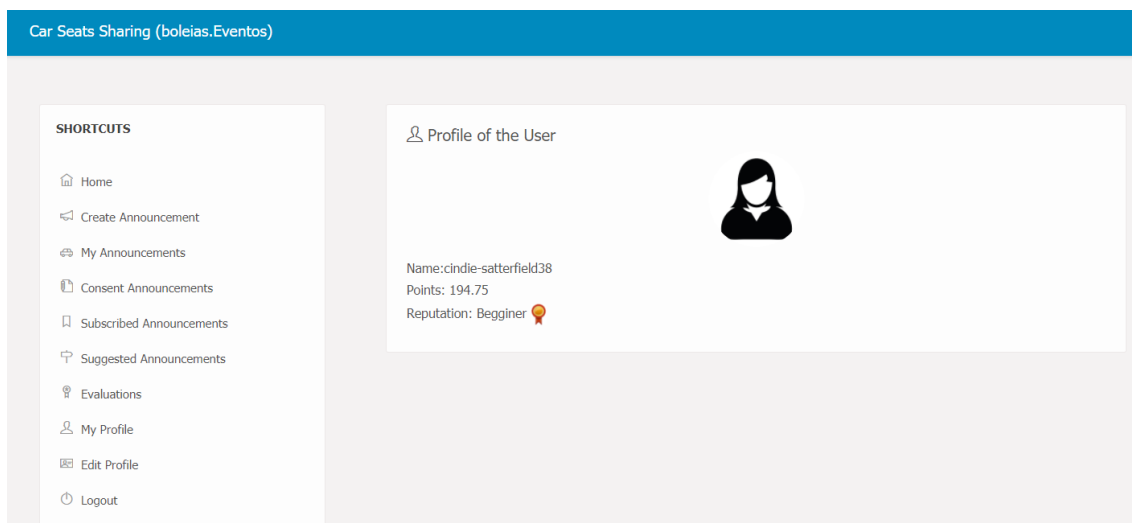


Figura 50 - Reputação na comunidade "boleias.Eventos"

No caso da comunidade “boleias.Eventos”, ilustrado na Figura 50, a utilizadora tem reputação de 194.75 pontos, aos quais correspondem o nível *Beginner*, devido à taxa de intercâmbio ser 5%.

4.3 Cenário 2 - Procurar Viagem

Os utilizadores registados podem procurar viagens usando um filtro multi-parâmetros indicando um destino e o raio ou intervalo em quilómetros.

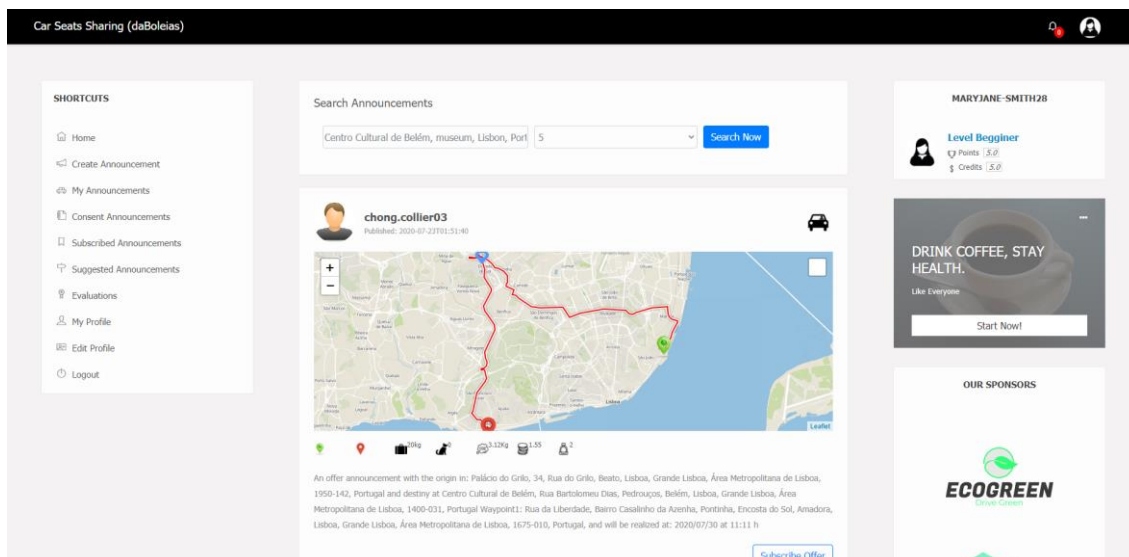


Figura 51 - Procura de anúncios de oferta

A utilizadora Arieta Benson, com o pseudónimo maryjane-smith28, registada na comunidade “daBoleias”, procura uma viagem como destino ao Centro Cultural de Belém, indicando o intervalo desejado. Na Figura 51 é apresentado o ecrã da comunidade “daBoleias” com o conjunto de resultados de anúncios de oferta. Este conjunto de resultados, incluem não só os anúncios publicados localmente, como também os anúncios publicados noutras comunidades.

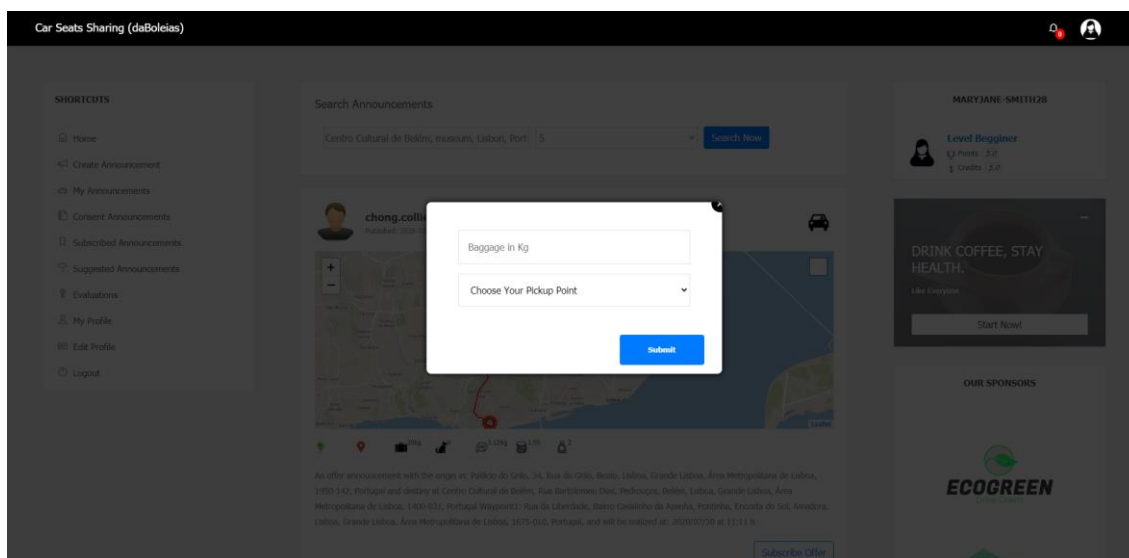


Figura 52 - Subscrição de anúncio

O utilizador pode subscrever um determinado anúncio apresentado ou publicar um anúncio de procura, de acordo com os parâmetros colocados no filtro de pesquisa. Quando o utilizador subscreve um anúncio deve indicar um ponto de passagem e opcionalmente o peso em quilogramas da sua bagagem pessoal.

Na Figura 52 é apresentada um ecrã de subscrição, onde o utilizador indica um ponto de passagem e o peso da bagagem.

4.4 Cenário 3 - Subscrição de Anúncios

Os utilizadores que publicam anúncios de oferta são notificados quando alguém subscreve aos seus anúncios. O utilizador Marco Robertson, com o pseudónimo chong.collier03, pertencente à comunidade “municipalRiders”, recebe uma notificação a informar que alguém pretende subscrever ao seu anúncio. Para o utilizador resolver a notificação, deve aceder ao respetivo ecrã, para aceitar ou rejeitar a subscrição. Na Figura 53 é ilustrado o ecrã onde o utilizador aceita ou rejeita a subscrição do seu anúncio.

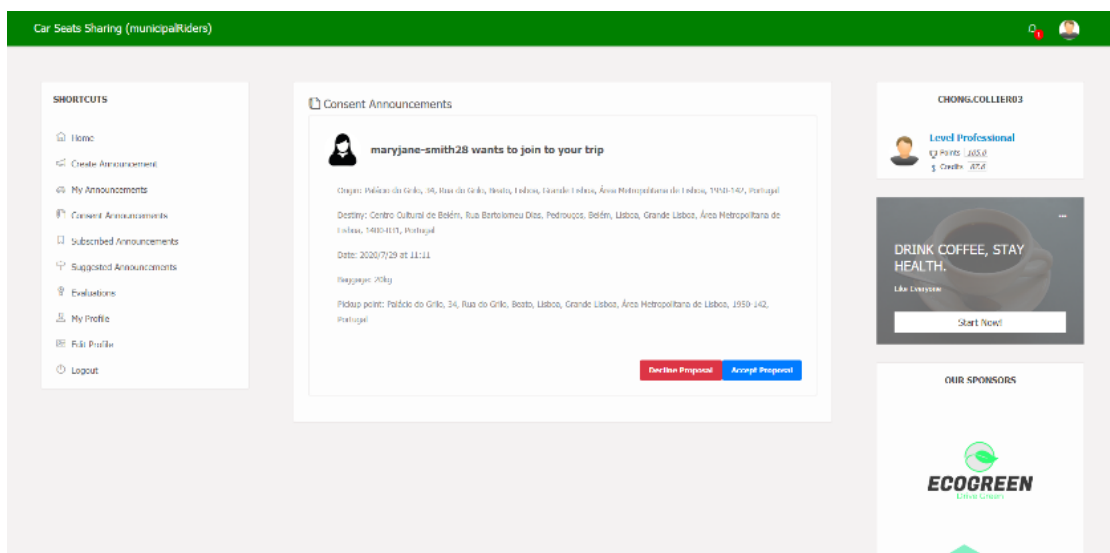


Figura 53 - Ecrã de resolução de subscrição

Quando a subscrição é aceite, o utilizador pertencente à comunidade “daBoleias” passa a ter privilégios para aceder a informações mais detalhadas acerca do anúncio, tais como: outros utilizadores que subscreveram esse anúncio e mais detalhes acerca do veículo. Sobre o veículo, os utilizadores ficam a conhecer os seguintes atributos, designadamente: cor, marca, modelo, mês e ano da matrícula e a própria matrícula.

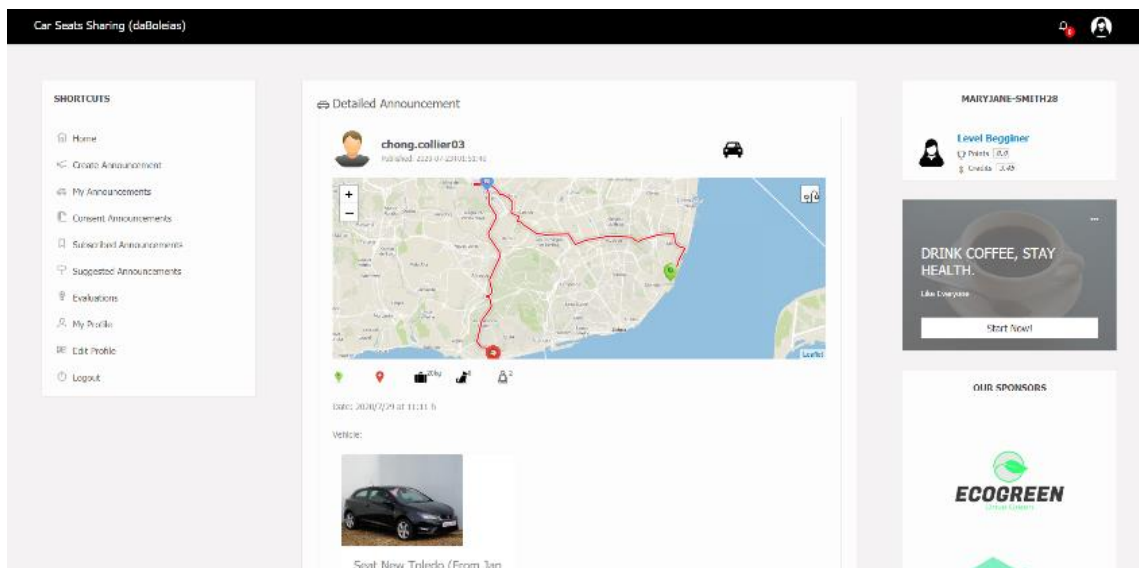


Figura 54 - Informação acerca do anúncio subscrito

Na Figura 54 é apresentado um ecrã com os detalhes do anúncio que a utilizadora maryjane-smith28 subscreveu.

4.5 Cenário 4 - Avaliação da Viagem

Após a viagem, os utilizadores devem responder às notificações de avaliação. Cada utilizador deve avaliar os outros utilizadores indicando de uma a cinco estrelas. Esta classificação é naturalmente considerada para efeitos de reputação em conformidade com as regras previamente configuradas pelo administrador.

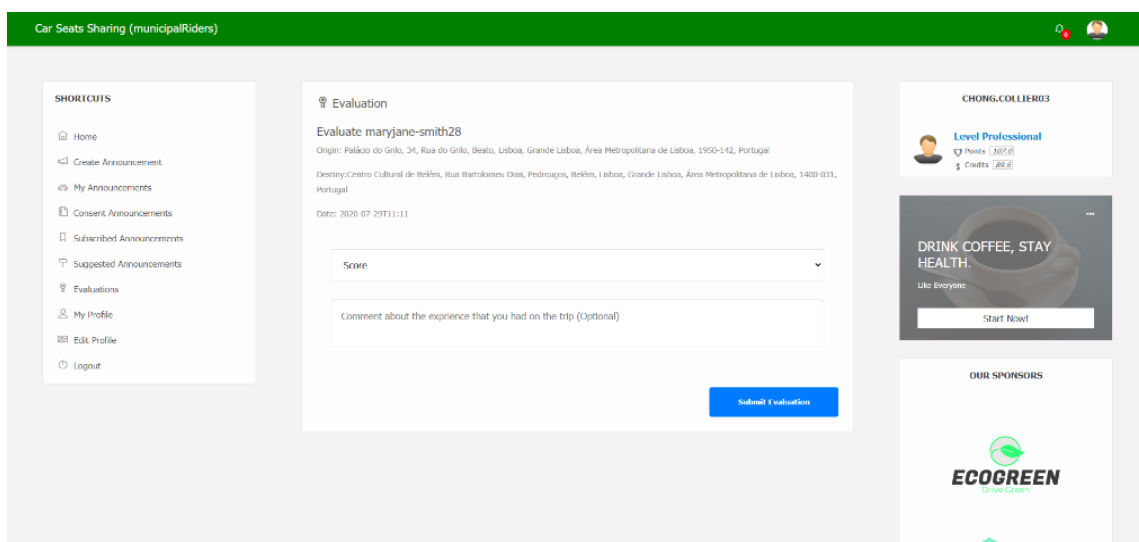


Figura 55 - Formulário de avaliação da comunidade "daBoleias"

Na Figura 55 é apresentado um formulário, acerca da viagem, para recolher avaliação do utilizador chong.collider03 sobre a prestação da utilizadora marayjane-smith28 da comunidade “daBoleias”.

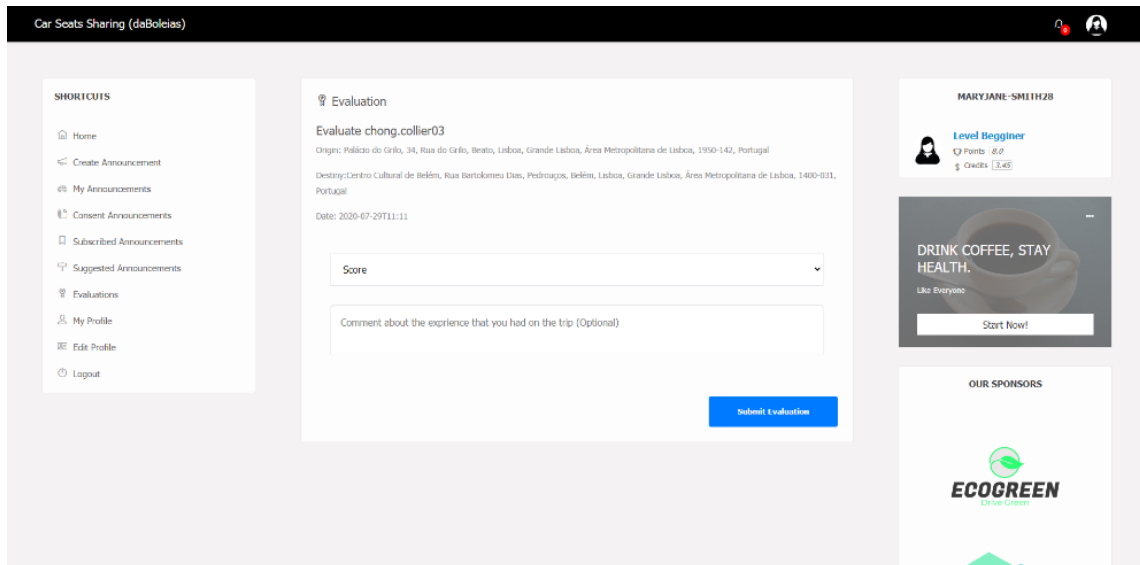


Figura 56 - Formulário de avaliação da comunidade "municipalRiders"

Na Figura 56 é apresentado, a título de exemplo, o formulário de avaliação da utilizadora maryjane-smith28 que avalia o utilizador chong.collier03 da comunidade “municipalRiders”.

Conclusão

Neste capítulo são expostas, nomeadamente: a situação atual, as perspetivas de investigação futuras e considerações finais.

5.1 Situação Atual

No âmbito desta dissertação, foi proposta uma arquitetura P2P baseada em serviços para facilitar a agregação de SB. Para efeitos de avaliação experimental, foi implementado um demonstrador que agrega sistemas de boleia concebidos e implementados, em conformidade com uma arquitetura de referência sugerida para contemplar os requisitos mais comuns identificados no mercado e outros considerados oportunamente relevantes para o melhoramento dos SB atuais.

Com o objetivo de garantir requisitos relacionados com a proteção de dados, foi contactada por correio eletrónico a Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPD). Segunda a CNPD, já não são emitidos pareceres prévios sobre a recolha e tratamento de dados pessoais, que devem estar em conformidade com o Regulamento Geral de Proteção de Dados.

O demonstrador instalado no laboratório de investigação, que pode ser acedido via URL start.isel.pt, está à disposição dos interessados, nomeadamente, estudantes, onde cada turma pode ser representada por uma comunidade de *carpooling*.

O demonstrador ilustra de forma objetiva o transporte em sinergia com opções de mobilidade, tanto para pessoas que vivam no mesmo local como para empresas locais.

O SB que inclui dados da comunidade de demonstração “daBoleias” pode ser descarregado acedendo ao URL www.start.isel.pt/daBoleiasVM. A página usada para o efeito é apresentada na Figura 57.

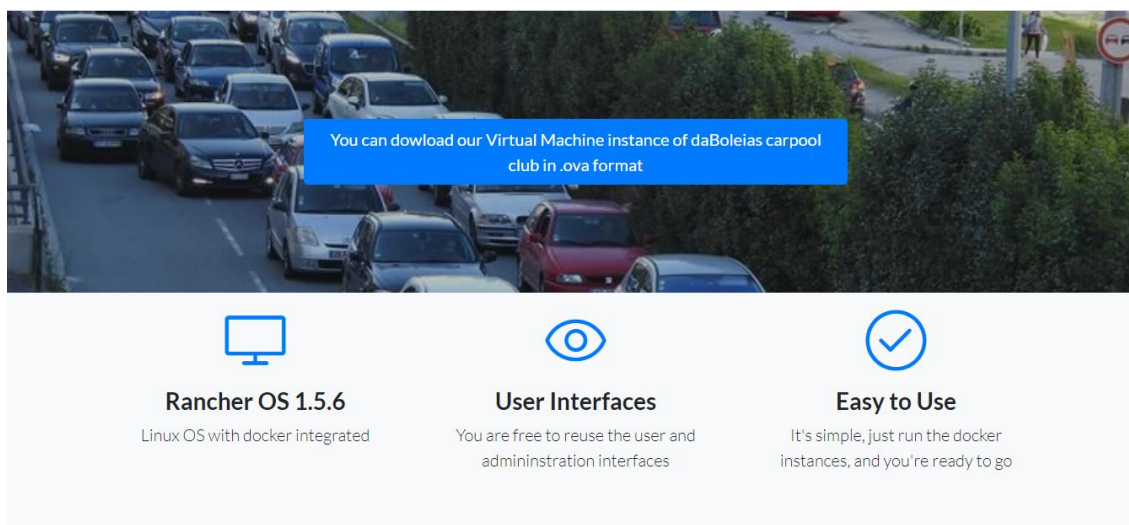


Figura 57 - Ecrã para descarregar o SB de demonstração

Devido ao atual contexto de pandemia, COVID-19, torna-se necessário reduzir o número máximo de ocupantes dos veículos. Nesse sentido, deixa-se à responsabilidade do condutor do veículo referir no anúncio uma quantidade reduzida de lugares, por forma a garantir o distanciamento social e indicando, especialmente aos passageiros, que devem ocupar os lugares traseiros e adaptar o comportamento sugerido nas regras aplicáveis aos táxis.

5.2 Perspetivas Futuras

No decorrer desta dissertação, foram identificados aspetos que podem vir a ser desenvolvidos no âmbito de trabalho futuro.

Quanto ao SB usado na avaliação experimental, seria interessante incluir nos anúncios a possibilidade de indicar viagens de ida e volta e viagens recorrentes. Podia igualmente ser criado um relatório estatístico que permitisse a sua monitorização ou acompanhar as atividades dos utilizadores.

Quanto à *gateway* de agregação, sugere-se o desenvolvimento de *gateways* de agregação, nomeadamente para os sistemas existentes no mercado, tirando partido se for considerado oportunamente relevante de noções associadas a arquiteturas P2P semânticas [82];

Quanto à implementação de interfaces humanas, seria interessante recorrer a tecnologias emergentes, que tirem partido da interface de serviços disponibilizada e que permitam generalizar o uso de todos os tipos de dispositivos no âmbito dos quais se destacam naturalmente os móveis.

Quanto ao alojamento, por exemplo na nuvem, é importante explorar alternativas para os SB suportarem as comunidades, por exemplo tirando partido da tecnologia Kubernetes [83] ou usando a Amazon WS [84].

Quanto a desafios em aberto, salienta-se a necessidade de encontrar soluções que flexibilizem a subscrição e negociação de anúncios que têm importância acrescida para viagens esporádicas e de curta duração [85].

5.3 Considerações Finais

As atividades realizadas no âmbito desta dissertação foram naturalmente limitadas pelo tempo, pelos meios e pelos recursos disponíveis que foram restringidos pela situação de emergência relacionada com a doença COVID-19. No entanto, nada impediu que as expectativas iniciais fossem atingidas e até pontualmente superadas, levando a admitir que em melhores condições os resultados seriam mais consistentes e promissores.

As boas práticas de desenvolvimento de *software* e de gestão de recursos, foram essenciais para garantir os resultados, comprovando que é possível conceber e implementar um agregador de SB que facilita a manipulação, transparente por parte de um utilizador registado num SB, de anúncios publicados noutra SB.

Resumidamente, julga-se essencial dar continuidade ao desenvolvimento dos SB de forma a superar as dificuldades identificadas, nomeadamente a flexibilidade de horário e percurso na caracterização dos anúncios e nas condições de subscrição.

Util Class

Class	Attributes	Type	Description
PI (Point of Interest)	addressName?	AddressName	address name of the street
	latitude	Latitude	the angular distance of a place
	longitude	Longitude	the angular distance of a place
Pet	bread	String7	bread of the pet
	eletronicIndentifier?	String6	eletronic identifier of the pet
	idPet	Id	pet identification
	photoPet?	Photo	photo of the pet
	size	String1	size of the pet
	specie	String2	name of the specie
	weight	Number6	weight of the pet
Vehicle	amountSeats	Number2	number of seats in vehicle
	beltForPets?	Bool	check vehicle has belt for pets
	brand	String7	brand of the vehicle
	color	Color	color of the vehicle
	co2Emissions?	Number1	carbon dioxid emissions
	enginetype?	String4	type of engine of the vehicle
	idVehicle	Id	vehicle identification
	model	String7	model of the vehicle
	photoVehicle?	Photo	photo of vehicle
	registerDate	LocalDateTime1	date that was registered the vehicle
	vehiclePlate	String3	vehicle registraiton plate
	version	String7	version of the vehicle with displacement
	weight	Number5	weight of the vehicle

1. Métodos respetivos aos Anúncios**1.1 Create Offer Announcement****Request**

Method	URL
POST	/announcement/o

Offer Announcement

Attribute	Description	Type
amounSeats	Number of seats that driver provides	Number2
amountPets?	Number of pets that driver allows in his vehicle	Number3
baggage?	Baggage allowed to bring to the vehicle	Baggage
beginningDateTime	Date and time when the trip will start	LocalDateTime2
destiny	Destiny point	PI
idUser	User identifier	Id
origin	Origin point	PI
vehicle	Vehicle that will perform the trip	Vehicle
waitingTolerance?	Time that the passengers need to wait to be picked up	WaitingTime
waypoints?	An array of points, where the driver can pass.	PI [50]

Response

Status	Response
200	{"accepted": "The offer announcement was submitted."}
400	{"error": "You cannot accept pets because your vehicle doesn't support belt for pets."}
401	{"error": "Incorrect idUser or idVehicle."}
404	{"error": "The Server is down. Please try again later."}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

1.2 Create a demand announcement

Request

Method	URL
POST	/announcement/d

Demand Announcement

Attribute	Description	Type
amountPets?	Number of pets that driver allows in his vehicle	Number3
baggage?	Baggage allowed to bring to the vehicle	Baggage
beginningDateTime	Date and time when the trip will start	LocalDateTime2
destiny	Destiny point	PI
idUser	User identifier	Id
origin	Origin point	PI

Response

Status	Response
200	{"accepted": "The demand announcement was submitted."}
401	{"error": "Incorrect idUser."}
404	{"error": "The Server is down. Please try again later."}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

1.3 Get announcement

Request

Method	URL
GET	/announcement/

Parameter	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier	Id

Response

Status	Response
200	{ "accepted": {"announcement": { "type": "OFFER", "idVehicle": "93cbf6d5-1c68-11ea-b85d-ac9e17042126", "idAnnouncement": "01665abe-1f4e-11ea-bee1-ac9e17042126", "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "beginningdateHour": "2020-04-12 17:22:19.75", "baggage": 22, "amountSeats": 3, "origin": {"lat": 38.721235, "long": -9.459913, "name": "Rua São João" }, "destiny": {"lat": 38.710464, "long": -9.446629, "name": "Rua da Torre" }, "waypoints": [{"lat": 38.717427, "long": -9.460535, "name": "Rua Santa Cruz"}], "amountPets": 1 } } }
401	{ "error": "Incorrect idAnnouncement." }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

1.4 Delete announcement**Request**

Method	URL
DELETE	/announcement/

Parameter	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier	Id

Response

Status	Response
200	{ "accepted": "Your announcement was removed successfully from the system." }
401	{ "error": "Incorrect idAnnouncement." }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

1.5 Subscribe an Offer Announcement**Request**

Method	URL
POST	/announcement/subscribe/

Subscription

Attribute	Description	Type
baggage?	Baggage that user brings with him	Baggage
idAnnouncement	Announcement identifier	Id
idUser	User identifier	Id
pets?	An array with the pets that user will bring	Pet [2]

Response

Status	Response
200	{"accepted": "You're now joined to the announcement"}
401	{"error": "This announcement is full."}
401	{"error": "Incorrect idAnnouncement or idUser."}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

1.6 Subscribe an Offer Announcement

Request

Method	URL
POST	/announcement/suggest/

Subscription

Attribute	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier	Id
idUser	User identifier	Id

Response

Status	Response
200	{"accepted": "You're now suggest your announcement"}
401	{"error": "This announcement is full."}
401	{"error": "Incorrect idAnnouncement or idUser."}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

1.7 Accept or Reject an Offer Announcement Subscription

Request

Method	URL
DELETE	/announcement/subscribe/

Consent

Attribute	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier that is waiting for acceptance	Id
idUser	User identifier of the subscriber	Id
consent	Accept or reject a subscription	Bool

Response

Status	Response
200	{"accepted": "Your change it was submitted" }
401	{"error": "Incorrect idAnnouncement or idUser." }
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later." }

1.8 Search Announcements

Request

Method	URL
GET	/announcement/search/

Filter

Attribute	Description	Type
addressName?	Address name of the street	AddressName
demandRange?	Search radius, to find the most relevant announcements in the area	DemandRange
detailed	Retrieves all the details of the announcement or just summarized	Bool
maxAnnouncements?	Maximum of announcements to be displayed	Number4

Response

Status	Response
200	<pre> {"accepted": {"announcement":{ "type": "OFFER", "idVehicle": {"idVehicle": "93cbf6d5-1c68-11ea-b85d-ac9e17042126", "brand": "SEAT", "model": "ARONA", "color": "#000000", "registerDate": "2019-12-11", "vehicleType": "PASSENGERS", "beltforPets": true, "photoVehicle": iVBORw0KGgoAAAANSUhEUgAAAAUAAAFCAYAAACNbylAAAAHEIEQVQI12P4// /w38GIAXDIBKE0DHxgljNBAAO9TXL0Y4OHwAAAABJRU5ErkJggg==3", "amountSeats": 5, "vehiclePlate": "00-00-00" }, "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "beginningdateHour": "2020-04-12 17:22:19.75", "idAnnouncement": "01665abe-1f4e-11ea-bee1- ac9e17042126", "baggage": 22, "amountSeats": 3, "origin": {"lat": 38.721235, "long": -9.459913, "name": "Rua São João" }, "destiny": {"lat": 38.710464, "long": -9.446629, "name": "Rua da Torre" }, "waypoints": [{"lat": 38.717427, "long": -9.460535, "name": "Rua Santa Cruz"}], "amountPets": 1 }, { "type": "DEMAND", "idAnnouncement": "b9ba1029-1c75-11ea-b85d-ac9e17042126", "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "beginningdateHour": "2020-04-13 12:10:32.12", "baggage": 0, "origin": {"lat": 38.7071, "long": -9.13549, "name": "Praça do Município" }, "destiny": {"lat": 38.7984, "long": -9.38811, "name": "LG. Dr. Virgílio Horta" }, "amountPets": 0 }} } </pre>
401	{"error": "Incorrect addressName." }
404	{"error": "The server is down. Please try again later." }
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later." }

1.9 Evaluate Users

Request

Method	URL
POST	/announcement/evaluate/

Evaluation

Attribute	Description	Type
comment?	Comment about his experience with a specific user	String7
evaluation	Evaluation of an specific user	Evaluation
idRated	Identification of the user that was rated	Id
idEvaluator	Identification of the user that made the evaluation	Id

Response

Status	Response
200	{"accepted": "The evaluation was submitted"}
401	{"error": "Incorrect idDriver or idPassenger."}
404	{"error": "The server is down. Please try again later"}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

2. Métodos respetivos aos utilizadores

2.1 Suggest an Offer announcement

Request

Method	URL
POST	/announcement/suggest/

Suggestion

Attribute	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier	Id
idAnnouncementSuggested	Announcement identifier suggested	Id

Response

Status	Response
200	{"accepted": "You made a suggestion"}
401	{"error": "Incorrect idAnnouncement or idAnnouncementSuggested."}
404	{"error": "The server is down. Please try again later"}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

2.2 Sing Up

Request

Method	URL
POST	/user/profile/

User

Attribute	Description	Type
birthDate	Birth date of the user	LocalDateTime
document	Identification document: citizen card or passport	Photo
email	Email address of the user	Email
firstName	First name of the user	String7
lastName	Last name of the user	String7
nationality	Nationality of the user	String7
password	Password set by the user	Password
profileImage?	Image of the user	Photo

Response

Status	Response
200	<code>{"accepted": "User created. Please wait for approval from the administrator."}</code>
401	<code>{"error": "Incorrect email or password."}</code>
401	<code>{"error": "Please fill all the fields"}</code>
404	<code>{"error": "The server is down. Please try again later"}</code>
500	<code>{"error": "Something went wrong. Please try again later."}</code>

2.3 Login

Request

Method	URL
POST	/user/login/

Parameter	Description	Type
email	Email address of the user	Email
password	Password set by the user	Password

Response

Status	Response
200	<code>{"accepted": {"idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126"}}</code>
401	<code>{"error": "Incorrect email or password."}</code>
401	<code>{"error": "Please fill all the fields"}</code>
404	<code>{"error": "The server is down. Please try again later"}</code>
500	<code>{"error": "Something went wrong. Please try again later."}</code>

2.4 User Profile

Request

Method	URL
GET	/user/profile/

Parameter	Description	Type
idUser	User Identifier	Id

Response

Status	Response
200	<pre>{ "accepted": { "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "firstName": "John", "lastName": "Smith", "birthDate": "1995-12-21", "userPhoto": "iVBORw0KGgoAAAANSUheUgAAAAUAAAFCAyAAACNbyblAAAAHEIEQVQII2P4 //8/w38GIAXDIBKE0DHxgljNBAAO9TXL0Y4OHwAAAABJRU5ErkJggg==3", "password": "me7pÓ", "contact": { "email": "johnSmith@hotmail.com", "mobilePhone": "" }, "prestige": { "points": 150, "credits": 150, "level": "AMATEUR" }, "documents": [{ "type": "citizenCard", "documentNumber": "1234567", "expiryDate": "2022-03-01", "type": "driverLicense", "documentNumber": "L-12345678", "expiryDate": "2022-03-01" }], "vehicles": [{ "idVehicle": "93cbf6d5-1c68-11ea-b85d-ac9e17042126", "brand": "SEAT", "model": "ARONA", "enginePower": 2000, "engineType": "DIESEL", "amountSeats": 5, "photoVehicle": "iVBORw0KGgoAAAANSUheUgAAAAUAAAFCAyAAACNbyblAAAAHEIEQVQII2P4//8/w38GIAXDIBKE0DHxgljNBAAO9TXL0Y4OHwAAAABJRU5ErkJggg==3", "color": "#000000", "registerDate": "2019-12-11", "vehicleType": "PASSENGERS", "beltForPets": true, "weight": 2000, "co2Emissions": 180, "vehiclePlate": "00-00-00", "nationalCategory": "B" }], "pets": [{ "breedPet": "Saint Bernard", "electronicIdentifier": "000001200001111", "weight": 50, "size": 70, "photo": "" }] } }</pre>
401	{ "error": "Incorrect idUser." }
404	{ "error": "The server is down. Please try again later" }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

2.5 Delete User Profile

Request

Method	URL
DELETE	/user/profile/

Parameter	Description	Type
idUser	User Identifier	Id

Response

Status	Response
200	{ "accepted": "The User was deleted from the system successfully" }
401	{ "error": "Incorrect idUser." }
404	{ "error": "The server is down. Please try again later" }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

2.6 Renew Profile

Request

Method	URL
POST	/user/renewProfile/

User

Parameter	Description	Type
document?	Identification document: citizen card or passport	Photo
driverLicense?	Driver License of the user	Photo
idUser	User Identifier	Id
password?	Password set by the user	Password
Pets?	Pets that user owns	Pet []
profileImage?	Image of the user	Photo
vehicles?	Vehicles that user owns	Vehicle []

Response

Status	Response
200	{ "accepted": "The user was updated" }
401	{ "error": "Incorrect idUser" }
404	{ "error": "The server is down. Please try again later" }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }



Anexo

Neste anexo são descritos os métodos usados pela *gateway* de agregação para interagir com outras comunidades (detalhe da arquitetura apresentada no Capítulo 3). Optou-se por fazer a descrição em inglês tendo em vista facilitar a divulgação no âmbito da comunidade científica. Os atributos e os tipos são os mesmos apresentados no Anexo A.

1. Métodos de Interoperabilidade do Agregador

1.1 Get announcement

Request

Method	URL
GET	/announcement/

Parameter	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier	Id
community	Name of the community	String?

Response

Status	Response
200	<pre>{ "accepted": {"announcement": { "type": "OFFER", "idVehicle": "93cbf6d5-1c68-11ea-b85d-ac9e17042126", "idAnnouncement": "01665abe-1f4e-11ea-bee1-ac9e17042126", "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "beginningdateHour": "2020-04-12 17:22:19.75", "baggage": 22, "amountSeats": 3, "origin": { "lat": 38.721235, "long": -9.459913, "name": "Rua São João" }, "destiny": { "lat": 38.710464, "long": -9.446629, "name": "Rua da Torre" }, "waypoints": [{ "lat": 38.717427, "long": -9.460535, "name": "Rua Santa Cruz" }], "amountPets": 1 } }</pre>
401	<pre>{ "error": "Incorrect idAnnouncement." }</pre>
500	<pre>{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }</pre>

1.2 Subscribe an Offer Announcement

Request

Method	URL
POST	/announcement/subscribe/

Subscription

Attribute	Description	Type
baggage?	Baggage that user brings with him	Baggage
idAnnouncement	Announcement identifier	Id
idUser	User identifier	Id
pets?	An array with the pets that user will bring	Pet [2]
community	Name of the community	String7

Response

Status	Response
200	<pre>{ "accepted": "You`re now joined to the announcement" }</pre>
401	<pre>{ "error": "This announcement is full." }</pre>
401	<pre>{ "error": "Incorrect idAnnouncement or idUser." }</pre>
500	<pre>{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }</pre>

1.3 Subscribe an Offer Announcement

Request

Method	URL
POST	/announcement/suggest/

Subscription

Attribute	Description	Type
idAnnouncement	Announcement identifier	Id
idUser	User identifier	Id
community	Name of the community	String7

Response

Status	Response
200	{"accepted": "You're now suggest your announcement"}
401	{"error": "This announcement is full."}
401	{"error": "Incorrect idAnnouncement or idUser."}
500	{"error": "Something went wrong. Please try again later."}

1.4 Search Announcements

Request

Method	URL
GET	/announcement/search/

Filter

Attribute	Description	Type
addressName?	Address name of the street	AddressName
demandRange?	Search radius, to find the most relevant announcements in the area	DemandRange
detailed	Retrieves all the details of the announcement or just summarized	Bool
maxAnnouncements?	Maximum of announcements to be displayed	Number4
community	Name of the community	String7

Response

Status	Response
200	<pre>{ "accepted": true, "announcement": { "type": "OFFER", "idVehicle": { "idVehicle": "93cbf6d5-1c68-11ea-b85d-ac9e17042126", "brand": "SEAT", "model": "ARONA", "color": "#000000", "registerDate": "2019-12-11", "vehicleType": "PASSENGERS", "beltforPets": true, "photoVehicle": "iVBORw0KGgoAAAANSUgAAAAUAAAAFCAYAAACNbylAAAAHEIEQVQI12P4//w38GIAXDIBKE0DHxgljNBAAO9TXL0Y4OHwAAAABJRU5ErkJggg==3", "amountSeats": 5, "vehiclePlate": "00-00-00" }, "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "beginningdateHour": "2020-04-12 17:22:19.75", "idAnnouncement": "01665abe-1f4e-11ea-bee1-ac9e17042126", "baggage": 22, "amountSeats": 3, "origin": { "lat": 38.721235, "long": -9.459913, "name": "Rua São João" }, "destiny": { "lat": 38.710464, "long": -9.446629, "name": "Rua da Torre" }, "waypoints": [{ "lat": 38.717427, "long": -9.460535, "name": "Rua Santa Cruz" }], "amountPets": 1 }, { "type": "DEMAND", "idAnnouncement": "b9ba1029-1c75-11ea-b85d-ac9e17042126", "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "beginningdateHour": "2020-04-13 12:10:32.12", "baggage": 0, "origin": { "lat": 38.7071, "long": -9.13549, "name": "Praça do Município" }, "destiny": { "lat": 38.7984, "long": -9.38811, "name": "LG. Dr. Virgílio Horta" }, "amountPets": 0 }] }</pre>
401	{ "error": "Incorrect addressName." }
404	{ "error": "The server is down. Please try again later." }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

1.5 Evaluate Users

Request

Method	URL
POST	/announcement/evaluate/

Evaluation

Attribute	Description	Type
comment?	Comment about his experience with a specific user	String7
evaluation	Evaluation of an specific user	Evaluation
idRated	Identification of the user that was rated	Id
idEvaluator	Identification of the user that made the evaluation	Id
community	Name of the community	String7

Response

Status	Response
200	{ "accepted": "The evaluation was submitted" }
401	{ "error": "Incorrect idDriver or idPassenger." }
404	{ "error": "The server is down. Please try again later" }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

1.2 User Profile

Request

Method	URL
GET	/user/profile/

Parameter	Description	Type
idUser	User Identifier	Id
community	Name of the community	String?

Response

Status	Response
200	{ "accepted": { "idUser": "11c51c23-13d6-11ea-b692-ac9e17042126", "firstName": "John", "lastName": "Smith", "birthDate": "1995-12-21", "userPhoto": "iVBORw0KGgoAAAANSUgAAAAUAAAFCAYAAACNbyblAA AAHEIEQVQI12P4 //8/w38GIAXDIBKE0DHxgljNBAAO9TXL0Y4OHwAAAABJRU5ErkJggg==3", "password": "me◆7pÓ", "contact": { "email": "johnSmith@hotmail.com", "mobilePhone": "" }, "prestige": { "points": 150, "credits": 150, "level": "AMATEUR" }, "documents": [{ "type": "citizenCard", "documentNumber": "1234567", "expiryDate": "2022-03-01", "type": "driverLicense", "documentNumber": "L-12345678", "expiryDate": "2022-03-01" }, "vehicles": [{ "idVehicle": "93cbf6d5-1c68-11ea-b85d-ac9e17042126" "brand": "SEAT", "model": "ARONA", "enginePower": 2000, "engineType": "DIESEL", "amountSeats": 5, "photoVehicle": "iVBORw0KGgoAAAANSUgAAAAUAAAFCAYAAACNbyblAAAAHEI EQVQI12P4//8/w38GIAXDIBKE0DHxgljNBAAO9TXL0Y4OHwAAAABJRU5ErkJggg==3", "color": "#000000", "registerDate": "2019-12-11", "vehicleType": "PASSENGERS", "beltforPets": true, "weight": 2000, "co2Emissions": 180, "vehiclePlate": "00-00-00", "nationalCategory": "B" } }, "pets": [{ "breedPet": "Saint Bernard", "eletronicIdentifier": "000001200001111", "weight": 50, "size": 70, "photo": "" } } } }
401	{ "error": "Incorrect idUser." }
404	{ "error": "The server is down. Please try again later" }
500	{ "error": "Something went wrong. Please try again later." }

Referências

- [1] J. Oliveira, “Os desafios para a mobilidade do futuro,” Dinheiro Vivo, 13 Agosto 2018. [Online]. Disponível: <https://www.dinheirovivo.pt/opiniao/os-desafios-para-a-mobilidade-do-futuro/>. [Acedido em Junho 2020].
- [2] “Pegada de Carbono,” Corck Supply, [Online]. Disponível: <https://www.corksupply.pt/pt/sustentabilidade/pegada-de-carbono/>. [Acedido em Julho 2020].
- [3] V. Almeida, “Pegada Carbono 2016 (Relatório),” VdA, 2017, Disponível: https://www.vda.pt/xms/files/v1/Noticias/2017/VdA_Relatorio_Pegada_Carbono_2016.pdf [Acedido em Julho 2020].
- [4] IPMA, “O PESCADO E A PEGADA DE CARBONO,” IPMA, 3 Junho 2020. [Online]. Disponível: https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/news.detail.jsp?f=/pt/media/noticias/textos/Consumo_pescado_pegada_carbono.html. [Acedido em Julho 2020].
- [5] Lusa, “Dez anos de Protocolo de Quioto,” Jornal de Negócios, 14 Fevereiro 2015. [Online]. Disponível: https://www.jornaldenegocios.pt/economia/ambiente/detalhe/dez_anos_de_protocolo_de_quioto. [Acedido em Maio 2020].
- [6] C. C. Silva, “O que diz o Acordo de Paris?,” Publico, 31 Maio 2017. [Online]. Disponível: <https://www.publico.pt/2017/05/31/mundo/perguntaserespostas/perguntas-e-respostas-sobre-o-acordo-de-paris-1774092>. [Acedido em Junho 2020].
- [7] “ITS Portugal,” 2020. [Online]. Disponível: <https://www.its-portugal.com/its>. [Acedido em Setembro 2020].
- [8] P. d. E. Ambiente, “Transportes: Pegada Energética e Carbónica dos Transportes,” 1 Abril 2019. [Online]. Disponível: <https://rea.apambiente.pt/content/pegada-energ%C3%A9tica-e-carb%C3%B3nica-dos-transportes>. [Acedido em Julho 2020].
- [9] E. Europa, “Occupancy rates of passenger vehicles,” 7 Setembro 2016. [Online]. Disponível: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/occupancy-rates-of-passenger-vehicles/occupancy-rates-of-passenger-vehicles>. [Acedido em Junho 2020].

- [10] E. L. Olsson, R. Maier e M. Friman, “Sustainability,” *Why Do They Ride with Others? Meta-Analysis of Factors Influencing Travelers to Carpool*, 24 Abril 2019.
- [11] F. Librino, M. E. Renda, P. Santi, F. Martelli, G. Resta, F. Duarte, C. Ratti e J. Zhao, “Transportation,” *Home-work carpooling for social mixing*, 27 Julho 2019.
- [12] C. A. Sousa, “Poupar em transportes: Carpooling vs Carsharing,” Boonzi, 24 Novembro 2014. [Online]. [Acedido em Maio 2020].
- [13] Agência Portugal do Ambiente, “Formulário Único SIRAPA,” *Emissões de Combustão Determinação de emissões ar por fatores de emissão*, p. 16, Maio 2015.
- [14] W. Zhao, “Do HOV Lanes Save Energy? Evidence from a General Equilibrium Model of the City,” em *Journal of Regional Science*, 2017.
- [15] “Decreto Regulamentar nº6/2019,” [Online]. Disponível: <https://dre.pt/application/conteudo/125560578>. [Acedido em Junho 2020].
- [16] G. Correia e J. M. Viegas, “Transportation Research Part A: Policy and Practice,” *Carpooling and carpool clubs: Clarifying concepts and assessing value enhancement possibilities through a Stated Preference web survey in Lisbon, Portugal*, pp. 81-90, Fevereiro 2011.
- [17] S. Tahmasseby, L. Kattan e B. Barbour, “Journal of Advanced Transportation,” *Propensity to participate in a peer-to-peer social-network-based carpooling system*, pp. 240-254, 4 Agosto 2015.
- [18] D. Afonso, “Carpooling: muito mais do que andar à boleia com estranhos,” *E-Konomista*, 12 Março 2020. [Online]. Disponível: <https://www.e-konomista.pt/carpooling/>. [Acedido em Julho 2020].
- [19] S. “.OVAFile Extension,” *FileInfo*, 2020. [Online]. Disponível: <https://fileinfo.com/extension/ova>. [Acedido em Julho 2020].
- [20] “EAI Intsys 2020,” [Online]. Disponível: <https://futuretransport.eai-conferences.org/2020/>. [Acedido em Setembro 2020].
- [21] “Virtual ITS European Congress,” [Online]. Disponível: <https://virtualitscongress.com>. [Acedido em Setembro 2020].
- [22] W. Li, Y. Zhao, K. M. Curtin e J. Xia, “A New Model for a Carpool Matching Servic,” 30 Junho 2015.
- [23] N. D. Chan e S. A. Shaheen, “Transport Reviews,” *Ridesharing in North America: Past, Present and Future*, p. 20, 4 Novembro 2011.
- [24] K. Amadeo, “OPEC Oil Embargo, Its Causes, and the Effects of the Crisis,” *The Balance*, 18 Fevereiro 2020. [Online]. Disponível: <https://www.thebalance.com/opecoil-embargo-causes-and-effects-of-the-crisis-3305806>. [Acedido em Julho 2020].
- [25] C. Bresciani, A. Colorni, F. Costa, A. Luè e L. Studer, “2018 International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive,” *Carpooling: facts and new*

- trends*, Julho 2018.
- [26] I. Grgurević, T. Milinović, M. Hunček e A. Stančić, “Research Conference In Technical Disciplines,” *Application of Information and Communication Technologies and Services in Carpooling System*, pp. 1-21, 17 Novembro 2014.
- [27] O Observador Cetelem, “Auto,” *A Fratura Automóvel*, p. 92, 2020.
- [28] T. C. o. Aspen, “Carpool Survey 2017,” 2017. [Online]. Disponível: <https://www.surveymonkey.com/r/XNJ8D72>. [Acedido em Junho 2020].
- [29] “Facebook,” [Online]. Disponível: <https://www.facebook.com/>. [Acedido em Março 2020].
- [30] “Twitter,” [Online]. Disponível: www.twitter.com. [Acedido em Maio 2020].
- [31] “Instagram,” [Online]. Disponível: www.instagram.com. [Acedido em Julho 2020].
- [32] B. Gaille, “8 Pros and Cons of Carpooling,” Brandon Gaille, 11 Agosto 2015. [Online]. Disponível: <https://brandongaille.com/8-pros-and-cons-of-carpooling/>. [Acedido em Junho 2020].
- [33] H. Javahery, P. Forbrig e A. Seffah, “Journal of Systems and Software,” *Multi-devices "multiple" user interfaces: Development models and research opportunities*, pp. 287-300, Outubro 2004.
- [34] E. Carson, “ThecRepublic,” 10 Abril 2014. [Online]. Disponível: <https://www.techrepublic.com/article/10-rideshare-apps-to-crowdsource-your-commute/>. [Acedido em Junho 2020].
- [35] Waze, “Waze Carpool,” [Online]. Disponível: <https://www.waze.com/pt-BR/carpool>. [Acedido em Julho 2020].
- [36] “Linkedin,” [Online]. Disponível: www.linkedin.com. [Acedido em Julho 2020].
- [37] “Samsung,” [Online]. Disponível: www.samsung.com. [Acedido em Maio 2020].
- [38] “Scoop,” [Online]. Disponível: <https://www.takescoop.com/>. [Acedido em Junho 2020].
- [39] “ZimRide,” [Online]. Disponível: <https://zimride.com/>. [Acedido em Julho 2020].
- [40] “Verizon,” [Online]. Disponível: www.verizon.com. [Acedido em Maio 2020].
- [41] “Gap Inc.,” [Online]. Disponível: www.gapinc.com. [Acedido em Julho 2020].
- [42] “PoolMyRide,” [Online]. Disponível: <https://poolmyride.com/how-it-works>. [Acedido em Julho 2020].
- [43] “Uber,” [Online]. Disponível: www.uber.com. [Acedido em Julho 2020].
- [44] “Sapo,” Web Summit: UberPOOL regressa a Lisboa até dia 12 para viagens económicas, 3 Novembro 2017. [Online]. Disponível:

- <https://24.sapo.pt/tecnologia/artigos/web-summit-uberpool-regressa-a-lisboa-ate-dia-12-para-viagens-economicas>. [Acedido em Julho 2020].
- [45] “UberPool,” Uber, [Online]. Disponível: <https://www.uber.com/pt-pt/ride/uberpool/>. [Acedido em Julho 2020].
- [46] “How it works?,” BlaBlacar, [Online]. Disponível: <https://www.blablacar.pt/how-does-car-sharing-work>. [Acedido em Julho 2020].
- [47] “Perguntas e respostas sobre a boleia (carpooling) e o Boleia.net,” [Online]. Disponível: <https://www.boleia.net/perguntas-frequentes>. [Acedido em Julho 2020].
- [48] “Galp,” [Online]. Disponível: www.galp.com. [Acedido em Julho 2020].
- [49] “GalpShare,” [Online]. Disponível: <https://www.galpshare.pt/>. [Acedido em Julho 2020].
- [50] “RideAmigos,” [Online]. Disponível: <https://rideamigos.com/>. [Acedido em Junho 2020].
- [51] “Via Verde,” [Online]. Disponível: www.viaverde.pt. [Acedido em Julho 2020].
- [52] “Pingo Doce,” [Online]. Disponível: www.pingodoce.pt. [Acedido em Julho 2020].
- [53] O. Lab, “Quem quer boleia ponha o dedo no ar!,” 20 Dezembro 2017. [Online]. Disponível: <https://observador.pt/2017/12/20/quem-quer-boleia-ponha-o-dedo-no-ar/>. [Acedido em Maio 2020].
- [54] “Use Case Diagrams Reference,” [Online]. Disponível: <https://www.uml-diagrams.org/use-case-reference.html>. [Acedido em Março 2020].
- [55] “Regulamento Geral da Proteção Dados,” *Jornal Oficial da União Europeia*, p. 156, 2016.
- [56] “JavaScript,” [Online]. Disponível: <https://developer.mozilla.org/pt-PT/docs/Web/JavaScript>. [Acedido em Julho 2020].
- [57] “TypeScript,” [Online]. Disponível: <https://developer.mozilla.org/pt-PT/docs/Web/JavaScript>. [Acedido em Julho 2020].
- [58] “Android,” [Online]. Disponível: <https://www.android.com>. [Acedido em Junho 2020].
- [59] “iOS,” [Online]. Disponível: <https://www.apple.com/pt/ios/ios-13/>. [Acedido em Maio 2020].
- [60] R. Stafford, “Service Layer,” [Online]. Disponível: https://martinfowler.com/eaCatalog/serviceLayer.html?fbclid=IwAR3BScahhKFI_Jo4Y7rAQ9SwPnbTVaEXYojI0QpOy-RFYc8ASgW--Vxor58. [Acedido em Julho 2020].
- [61] “Identity & Access Management: Project Challenges and Recovery,” 17 Agosto 2017.

- [Online]. Disponível: <https://www.idenhaus.com/identity-access-management-project-challenges-and-recovery-geekweek2017/>. [Acedido em Maio 2020].
- [62] P. E. Staff, “What is a multi layered software architecture?,” Packt, 17 Maio 2018. [Online]. Disponível: <https://hub.packtpub.com/what-is-multi-layered-software-architecture/>. [Acedido em Julho 2020].
- [63] “Docker,” [Online]. Disponível: <https://www.docker.com/>. [Acedido em Julho 2020].
- [64] “Go,” [Online]. Disponível: <https://golang.org/>. [Acedido em Julho 2020].
- [65] “Node JS,” [Online]. Disponível: <https://nodejs.org/en/>. [Acedido em Julho 2020].
- [66] “What is Data Aggregation? Examples of Data Aggregation by Industry,” import.io, 22 Outubro 2019. [Online]. Disponível: <https://www.import.io/post/what-is-data-aggregation-industry-examples/>. [Acedido em Julho 2020].
- [67] C. N. Gomes, “Estudo do Paradigma Computação em Nuvem,” 2012.
- [68] A. Patrizio, “What is Multi-Tenant architecture?,” Datamation, 21 Março 2019. [Online]. Disponível: https://www.datamation.com/cloud-computing/what-is-multi-tenant-architecture.html?fbclid=IwAR3GIHHxSCvIjbMzWiWYEU_t1MRpiF_UKLcyyPIOj1Sg18Qvqa2qLR20M68. [Acedido em Julho 2020].
- [69] “BitTorrent Web,” BitTorrent, [Online]. Disponível: <https://www.bittorrent.com/>. [Acedido em Julho 2020].
- [70] “Emule,” [Online]. Disponível: <https://www.emule-project.net/home/perl/general.cgi?l=33>. [Acedido em Julho 2020].
- [71] “Vuze,” [Online]. Disponível: <https://www.vuze.com/>. [Acedido em Julho 2020].
- [72] D. Kossmann, “ACM Computing Surveys,” *The State of the Art in Distributed Query Processing*, pp. 422-469, Dezembro 2000.
- [73] “Nginx,” [Online]. Disponível: <https://www.nginx.com/>. [Acedido em Julho 2020].
- [74] “RancherOS,” 3 Junho 2020. [Online]. Disponível: <https://github.com/rancher/os>. [Acedido em Julho 2020].
- [75] “Apache Tomcat,” The Apache Software Foundation, [Online]. Disponível: <http://tomcat.apache.org/>. [Acedido em Setembro 2020].
- [76] “MySQL,” MySQL, [Online]. Disponível: <https://www.mysql.com/>. [Acedido em Setembro 2020].
- [77] “What is a Container?,” Docker, [Online]. Disponível: <https://www.docker.com/resources/what-container>. [Acedido em Julho 2020].
- [78] “Web service: o que é, como funciona, para que serve?,” 7 Junho 2016. [Online]. Disponível: opensoft.pt/web-service/. [Acedido em Maio 2020].

- [79] SmartBear, “SOAP vs REST. What's the Difference?,” 2 January 2020. [Online]. Disponível: <https://smartbear.com/blog/test-and-monitor/soap-vs-rest-whats-the-difference/>. [Acedido em Julho 2020].
- [80] “klokantech/openmaptiles-server,” Docker, 2019. [Online]. Disponível: <https://hub.docker.com/r/klokantech/openmaptiles-server/>. [Acedido em Setembro 2020].
- [81] “Open Source Routing Machine,” 10 Maio 2018. [Online]. Disponível: <https://github.com/Project-OSRM/osrm-backend>. [Acedido em Julho 2020].
- [82] A.-R. Mawlood-Yunis e M. Weiss, “Peer-to-Peer Networking and Applications,” *From P2P to reliable semantic P2P systems*, Dezembro 2010.
- [83] “Kubernetes,” [Online]. Disponível: <https://kubernetes.io/pt/>. [Acedido em Julho 2020].
- [84] “Amazon AWS,” [Online]. Disponível: <https://aws.amazon.com/pt/>. [Acedido em Julho 2020].
- [85] J. Friginal, S. Gambs, J. Guiochet e M.-O. Killijian, “Pervasive and Mobile Computing,” *Towards privacy-driven design of a dynamic carpooling system*, pp. 71-82, Outubro 2014.