

INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

ESCOLA SUPERIOR DE ESTUDOS INDUSTRIAIS E DE GESTÃO

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

João Guilherme Ribeiro Gaspar

Utilização de aplicações móveis na gestão de estacionamento urbano

2016



Instituto Politécnico do Porto
Escola Superior de Estudos Industriais e de Gestão

Utilização de aplicações móveis na gestão de estacionamento urbano

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Membros do Júri

Presidente

Prof. Doutor Luís Pinto Ferreira

Orientadora

Teresa Maria Leitão Dieguez

Arguente

Prof. Doutor Carlos Ramos

Mestrando: João Guilherme Ribeiro Gaspar

Outubro-2016

À Sílvia

“Eu nunca perco. Ou ganho, ou aprendo.”

Nelson Mandela

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Professora Teresa Dieguez, pelo interesse demonstrado no tema proposto, assim como em todo o apoio, ideias, contactos e incentivo ao longo deste trabalho.

Ao Michael Matias, pelas horas que dedicou a explicar-me as potencialidade e funcionalidades de ferramentas de desenvolvimento de software e de “Cloud Computing”.

Ao Filipe Almeida, da UPTec, por toda a disponibilidade demonstrada, assim como pelas conversas sobre sensores, componentes eletrónicos e prototipagem.

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio demonstrado ao longo de todo o percurso deste mestrado, mas em especial na fase final deste trabalho.

À Sílvia, por tudo.

RESUMO

Atualmente, a procura por soluções que permitam melhorar a qualidade de vida é uma constante, tanto por utilizadores como por fornecedores de tecnologia. Este incremento da qualidade de vida é conseguido através do desenvolvimento de novas e melhores formas de realizar tarefas que são quotidianas e inevitáveis.

A busca pela maximização da performance de negócios, quer através do controlo e otimização de processos, quer através da recolha e tratamento de informação que possibilite a tomada de decisões com base em dados fidedignos e com histórico consistente, é outra das metas perseguida pela sociedade em que vivemos.

Assim, esta dissertação tem como objetivo a conceção de um sistema baseado no acesso a informação através da utilização de aplicações móveis, Apps, que, por um lado, funcione como sistema de gestão integrado de estacionamento em vias públicas, e por outro, que forneça aos seus utentes uma ferramenta que elimine a incerteza na procura de lugares de estacionamento vagos, ao mesmo tempo que facilita o pagamento da ocupação desses mesmos lugares.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação, Aplicações Móveis, Estacionamento Urbano, Gestão de Informação.

ABSTRACT

Nowadays, the demand for solutions to improve the quality of life is a constant, both by users and by technology providers. This increase in quality of life is achieved by developing new and better ways to accomplish daily tasks that are inevitable.

The quest for maximizing business performance, either through the control and optimization of processes, either through the collection and processing of information to enable decision-making based on reliable data and consistent history, is another of the goals pursued by the society we live in.

Thus, this thesis aims to design a system based on access to information through the use of mobile applications, Apps, that, on one hand, functions as an integrated management system of parking on public roads and, on the other hand, provides its users a tool that eliminates the uncertainty in finding vacant parking spaces, while facilitating payment of those same spaces.

PALAVRAS-CHAVE: Innovation, Mobile Applications, Urban Parking, Information Management.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	ix
Abstract	xi
Índice Geral.....	xiii
Índice de Figuras	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1. Motivação.....	21
2 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	25
2.1. Introdução.....	25
2.2. Evolução Histórica Urbanismo	25
2.3. Evolução Histórica Empreendedorismo.....	33
3 SISTEMAS DE GESTÃO DE ESTACIONAMENTOS	35
3.1. Introdução.....	35
3.2. Parques em Espaços Controlados.....	35
3.2.1. Parques Com Controlo no Acesso.....	36
3.2.2. Parques sem Controlo de Acesso	37
3.2.2.1. Parques com sistemas controlo e contagem	38
3.2.2.2. Parques com sistemas de identificação de lugar livre	40
3.2.3. Parques Automáticos.....	41
3.3. Parques em Vias Públicas	43
3.3.1. Parques Com Parquímetro Fixo	43
3.3.2. Parques Com Pagamento Através de Dispositivo Móvel.....	45
3.3.2.1. ePark.....	45
3.3.2.2. EPORTO e TELPARK	48
3.3.2.3. Meo Parking	50
3.3.2.4. Vantagens dos sistemas para as empresas gestoras de estacionamento pagos em via pública.....	52
3.3.1. Oportunidades de Melhoria.....	52
4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ELEMENTOS FISICOS DO SISTEMA	55

4.1. Introdução	55
4.2. Cenário Ideal.....	55
4.3. Tecnologia para Identificação de Lugares de Estacionamento.....	57
4.3.1. Sensores Infra Vermelhos.....	58
4.3.1.1. Vantagens da utilização de sensores Infravermelhos	59
4.3.1.2. Desvantagens da utilização de sensores Infravermelhos	60
4.3.2. Câmaras CCTV.....	61
4.3.2.1. Vantagens da utilização de sistemas CCTV	62
4.3.2.2. Desvantagens da utilização de sistemas CCTV	64
4.3.3. Sensores Ultrassom.....	67
4.3.3.1. Vantagens da utilização de sensores Ultrassom	69
4.3.3.2. Desvantagens da utilização de sensores Ultrassom	72
4.4. Tecnologia para Comunicação de Informação ao Sistema.....	72
4.4.1. Solução Através de Ligação Física.....	73
4.4.2. Solução Através de Ligação Wireless	73
4.4.2.1. Solução Independente por Sensor/Câmara	74
4.4.2.2. Solução Intermédia	75
4.4.3. Solução Mista - Através de Ligação Wireless e Ligação Física.....	77
4.5. Alimentação dos sensores e/ou câmaras.....	77
4.6. Considerações Finais	79
5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O SOFTWARE	81
5.1. Introdução	81
5.2. Expetativas.....	81
5.2.1. Expetativas dos Utilizadores (Condutores)	81
5.2.2. Expetativas dos Agentes	83
5.2.3. Expetativas dos Gestores	84
5.2.4. Considerações Sobre as Expetativas.....	85
5.3. Organização do Sistema - Software.....	86
5.4. Base de Dados.....	88
5.4.1. Introdução	88
5.4.2. Entidades.....	88
5.4.3. Associações.....	90

5.4.4. Cardinalidade	91
5.4.5. Atributos.....	92
5.4.5.1. Serviço.....	93
5.4.5.2. Histórico	93
5.4.5.3. Utilizadores	94
5.4.5.4. Dados de Conta	94
5.4.5.5. Sensores.....	95
5.4.5.6. Localização.....	95
5.4.5.7. Intervenções	96
5.4.6. Modelo Entidade-Associação.....	96
5.5. Processos em Análise	97
5.5.1. Procura de Estacionamento	98
5.5.2. Pagamento de Estacionamento.....	101
5.5.3. Fiscalização	105
5.6. Considerações Finais.....	107
6 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA	109
6.1. Introdução.....	109
6.2. Instalação de Sensores.....	109
6.3. Implementação de Software	113
6.4. Considerações Finais.....	115
7 CONCLUSÕES	117
7.1. Considerações Finais.....	117
7.2. Desenvolvimentos Futuros.....	119
8 BIBLIOGRAFIA	121
ANEXOS	A1
ANEXO 1 – Ficha Técnica Sensor Infravermelho SHARP 20 a 150 cm	A2
ANEXO 2 – Ficha Técnica Sensor Ultrassom ToughSonic 14.....	A4
ANEXO 3 – Diagrama do Processo “Procurar Estacionamento”	A6
ANEXO 4 – Diagrama do Processo “Pagar Estacionamento”	A8
ANEXO 4 – Diagrama do Processo “Fiscalização”	A10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Barreiras automáticas para controlo de acessos a parques de estacionamento. (fonte: http://www.gestao-parques-estacionamento.pt/gestao-parques-estacionamento-idpark/).....	37
Figura 2 – Exemplo de interface com o gestor de parque de estacionamento de um sistema de controlo e contagem. (fonte: (Global Park, 2016)).....	39
Figura 3 – Exemplo da interface com o utilizador de um sistema de controlo e contagem. (fonte: (Park, Global, 2016)).....	39
Figura 4 – Exemplo de instalação de um sistema com funções de controlo e contagem e identificação de lugar livre. (fonte: (Park, Global, 2016)).....	40
Figura 5 – Exemplo de um parque de estacionamento automático, construído em torre. (fonte: (Jornal Tribunal de Macau, 2015))	42
Figura 6 – Exemplo de um parquímetro mecânico.	44
Figura 7 – Exemplo de um posto de parquímetro atual, equipado com painel solar.....	44
Figura 8 - Interface para utilizadores da aplicação ePark. (fonte: (EMEL, s.d.)).....	47
Figura 9 – Exemplo do novo sistema de parquímetros instalados na cidade do Porto. (fonte: (EPORTO, 2016)).....	48
Figura 10 – Instruções de utilização dos novos parquímetros instalados na cidade do Porto. (fonte: (EPORTO, 2016))	49
Figura 11 – Sensor de distância – Sharp 20 cm – 150 cm. (fonte: (Cool Components, 2016))	59
Figura 12 – Exemplo de uma câmara utilizada num sistema CCTV. (fonte: (Zimcos, s.d.)) ..	62
Figura 13 - Representação de uma forma de materialização de um sistema de identificação de lugares de estacionamento, assim como do seu estado de ocupação, com base em tecnologia CCTV.	63
Figura 14 - Exemplo de colocação de lâmpadas de infravermelhos em conjunto com uma câmara Samsung minidome. (fonte: (BSc, 2016)).....	65
Figura 15 – Níveis de frequências e suas aplicações. (fonte: (Wikipedia, s.d.)).....	67
Figura 16 – Tough Sonic 14 – Sensor ultrassom com certificado IP68. (fonte: (Senix, 2016))	68

Figura 17 – Exemplos de materiais e aplicações de barreiras acusticamente transparentes. (fonte: (Maxbotix, 2016).	70
Figura 18 – Exemplo de forma de materialização da instalação de um sensor ultrassom, na zona de lancil, estando a barreira acusticamente transparente colocada de forma a ficar protegida pela mesma abertura onde é instalado o sensor.....	70
Figura 19 – Aplicação de sensores ultrassom nos lancis dos lugares de estacionamento (solução nem sempre disponível).	71
Figura 20 – Aplicação de sensores ultrassom no pavimento.	71
Figura 21 – Módulo para comunicação 3G utilizado na construção de protótipos. (fonte: (Cooking Hacks, s.d.)	75
Figura 22 – Exemplo de utilização de um posto de reunião de informação de sensores individuais e reenvio para o sistema (servidor central).	76
Figura 23 – Exemplo de um conjunto emissor/recetor (transcetor) de ondas de rádio frequência. (fonte: (FilipeFlop, s.d.).....	76
Figura 24 – Alteração do posicionamento do sensor, na zona do pavimento, com o objetivo de possibilitar a alimentação energética do sistema através de painel solar.	78
Figura 25 – Exemplo de uma forma de realização da comunicação entre os diversos elementos que compõem o sistema.	87
Figura 26 – Entidades e Associações que constituem a base de dados para o sistema.....	90
Figura 27 – Cardinalidades para cada Associação.....	92
Figura 28 – Modelo Entidade-Associação completo.	97
Figura 29 – Diagrama representante do processo de procura de lugar de estacionamento através do sistema.....	99
Figura 30 - Diagrama representante do processo de pagamento da ocupação de um lugar de estacionamento através do sistema.....	104
Figura 31 - Diagrama representante do processo de fiscalização de lugares de estacionamento em situação de incumprimento.....	106
Figura 32 – Planta do diagrama que representa uma forma de realização do conjunto responsável pela identificação da ocupação dos lugares de estacionamento.	111
Figura 33 – Corte do diagrama que representa uma forma de realização do conjunto responsável pela identificação da ocupação dos lugares de estacionamento.	111

Figura 34 – Exemplo de um equipamento para execução de carotes. (fonte: (Logismarket, s.d.)) 112

Figura 35 – Distribuição de centros de armazenamento e processamento de dados do serviço Windows Azure. (fonte: (Microsoft, s.d.)) 114

1 INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

Nos dias de hoje, a mobilidade dentro das cidades e a sua funcionalidade têm vindo a ser um ponto de interesse, levando ao debate e à procura de soluções para melhorar estes aspetos. Esta nova realidade é impulsionada pela existência de diversas iniciativas no âmbito das “*Smart Cities*”, organizadas por instituições públicas nacionais. Estes programas não estão ligados apenas às funcionalidades destas novas cidades inteligentes, mas também à sua sustentabilidade e condições ambientais.

Por outro lado, a procura pela comodidade de cada indivíduo, quer através da poupança de tempo em atividades quotidianas e de rotina, quer através da concentração de funcionalidades num único dispositivo (“*smartphone*”), evitando a utilização e transporte de ferramentas desnecessárias ou eliminando deslocações (consulta de extratos bancários evitando a deslocação a uma caixa multibanco, por exemplo), é um objetivo perseguido por utilizadores e fornecedores de tecnologia.

Tendo em consideração os dois aspetos referidos nos parágrafos anteriores, o autor deste trabalho resolveu estudar uma solução para uma problemática existente nas nossas cidades: o estacionamento em vias públicas. Apesar de existirem múltiplas soluções para gerir parques de estacionamento, cujo acesso está de alguma forma controlado, não existem soluções no mercado para o caso anteriormente citado.

Assim, a motivação para esta dissertação, nasce da vontade de desenhar um sistema que permita, por um lado, dotar os utentes do estacionamento em vias públicas de uma ferramenta, acessível através de “*smartphone*”, capaz de permitir avaliar a disponibilidade de lugares de estacionamento na zona para onde se pretendem deslocar e efetuar o pagamento desse

estacionamento através da mesma plataforma. Por outro lado, que permita aos gestores desses lugares de estacionamento, um controlo em tempo real da situação ou estado de cada lugar.

1.2. ÂMBITOS E OBJETIVOS

Este trabalho está diretamente relacionado com os assuntos debatidos durante o desenrolar do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, mais concretamente com os assuntos abordados na unidade curricular de Empreendedorismo e Inovação.

Apesar do autor não dominar as ferramentas informáticas necessárias ao desenvolvimento de um produto ao nível de o colocar no mercado, pretende-se aliar as ideias cimentadas ao longo do percurso descrito com o entendimento básico de como deve ser estruturado um sistema para gestão de estacionamento em via pública, por forma a que este permita a comunicação entre os seus utentes, os lugares de estacionamento, e as entidades gestoras destes lugares.

Hoje em dia, a realidade que se vive nas cidades, passa pela contínua circulação na zona envolvente ao destino do condutor até que este se depare com um lugar vago, ou após algum tempo despendido na procura de lugar, este dirige-se a um parque de estacionamento privado onde dispõe de informação sobre a disponibilidade de lugar à entrada. Por outro lado, o controlo de pagamento dos lugares em via pública, levado a cabo por agentes das entidades gestoras destes mesmos lugares, é feito através de rondas aleatórias, atribuindo a cada agente uma área a fiscalizar.

Uma vez que um estudo deste género é um trabalho empreendedor e pioneiro, salienta-se que se fará um “starter job”, ou seja, serão desenhados canais de comunicação entre os diversos aspetos do sistema, apresentando diversas alternativas para cada particularidade deste mesmo sistema que, numa fase posterior, após desenvolvimento e otimização, poderá dar origem a um produto capaz de ser implementado numa cidade real.

Assim, o principal objetivo deste trabalho é provar que existem soluções práticas e viáveis, capazes de serem adaptadas e postas em prática para o controlo e gestão de tráfego urbano, mais concretamente na gestão de estacionamentos em vias públicas. Interessa que este sistema possua as seguintes funcionalidades:

- Fornecer aos utilizadores informação sobre a disponibilidade de lugar de estacionamento na zona de interesse;
- Permitir aos utilizadores o pagamento do seu estacionamento através da mesma plataforma (“smartphone”);
- Permitir às entidades gestoras destes lugares de estacionamento o acesso a informação, em tempo real, sobre a situação de cada lugar, a sua disponibilidade e o seu estado de pagamento por exemplo.

Este trabalho deve ainda responder a questões de outra ordem, mais concretamente relacionadas com a viabilidade de implementação de um sistema deste género. Desta forma, pretende-se que as seguintes questões sejam abordadas ao longo desta dissertação:

- A tecnologia disponível nos dias de hoje permite a implementação do sistema idealizado?
- A implementação deste sistema envolve uma alteração importante do “setup” existente atualmente nas zonas de estacionamento em vias públicas?
- Existe enquadramento legal para implementar o sistema idealizado?
- A implementação de um sistema destes é economicamente viável para as empresas responsáveis pela gestão dos estacionamentos em vias públicas?
- Quais as principais vantagens e desvantagens deste sistema em relação aos procedimentos existentes atualmente?

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A resposta aos objetivos apresentados no ponto 1.2. conduziu a uma organização desta dissertação em sete capítulos, dos quais a introdução ocupa o primeiro.

No segundo capítulo é feita uma contextualização face aos conceitos de urbanização e empreendedorismo, bases em que assenta o desenvolvimento desta dissertação.

O terceiro capítulo apresenta os sistemas de gestão de estacionamento existentes e aplicados nos mais diversos tipos de parque e em vias públicas. Serve, por um lado, como reflexão ao estado da arte e, por outro, como base de lançamento para as possíveis oportunidades de melhoria que podem ser alcançadas pelo sistema em análise neste trabalho.

O quarto capítulo dedica-se à análise das diversas possibilidades a explorar como solução para a identificação do estado de ocupação dos lugares de estacionamento em vias públicas. Refere-se aos elementos físicos que constituem o sistema e que formam um conjunto constituído por um sensor ou equipamento capaz de identificar o estado de ocupação, uma fonte de alimentação, um circuito eletrónico com controlador e um meio de comunicação da informação gerada.

O quinto capítulo diz respeito à componente software que será responsável pelo armazenamento, processamento e comunicação de toda a informação gerada pelo sistema. Será ainda este software que servirá de interface entre os diversos utilizadores (utentes, agentes e gestores) e o próprio sistema. Neste capítulo expõem-se as características destes componentes e são descritos alguns dos processos fundamentais ao seu correto funcionamento.

O sexto capítulo apresenta as condicionantes associadas à implementação de um sistema de gestão de estacionamento em vias públicas, de acordo com toda a análise realizada ao longo dos capítulos anteriores, tanto ao nível da instalação dos conjuntos identificadores do estado de ocupação de cada lugar de estacionamento, como do alojamento e desenvolvimento do software de apoio ao funcionamento do sistema. Face às condicionantes, o autor desenvolve um conjunto de soluções para as resolver.

No sétimo capítulo produzem-se as conclusões gerais do trabalho e indicam-se algumas recomendações.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo pretende-se esclarecer o desenvolvimento e evolução das cidades e do urbanismo, mostrando as diferentes formas como as cidades foram sendo organizadas ao longo do tempo, quais as principais preocupações urbanísticas presentes em cada época, até aos dias de hoje e, tal como já foi referido, às “Smart Cities”. É ainda objeto deste capítulo, um enquadramento sobre o conceito de empreendedorismo, no que se baseia, e a importância da transferência de tecnologia como ferramenta da evolução tecnológica.

2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO URBANISMO

Desde os primeiros tempos do homem, a necessidade de segurança e, principalmente, a impossibilidade de as comunidades subsistirem sem alimento, conduziu a um agrupamento dos indivíduos. Posteriormente esta realidade levou ainda à passagem de um estilo de vida nómada para a fixação em locais específicos.

Em finais do período neolítico e início do período histórico, ou seja, aproximadamente no ano 4000 a.C., começaram a formar-se os primeiros agrupamentos humanos com características de cidade. O aumento da densidade populacional foi, aos poucos, transformando as antigas aldeias em cidades, provocando, conseqüentemente, alterações na organização social.

Desta forma, o contínuo aumento populacional, aliado à consolidação de práticas de agricultura intensiva, deu origem a um novo estilo de vida, concentrado na cidade. Assim, as cidades,

núcleos dessa evolução, não são apenas maiores do que as aldeias, possuem também uma velocidade de transformação superior, influenciando de forma importante o avanço da civilização até aos dias de hoje (Benevolo, História da Cidade, 1993).

Nestas primeiras cidades, a aglomeração de indivíduos permite que as técnicas de irrigação e as áreas cultiváveis se ampliem cada vez mais. A introdução dos metais, da roda, do carro puxado por tração animal, das embarcações à vela e a remo, acelera de modo acentuado o desenvolvimento dessas regiões. Começa assim, a partir IV milénio, a concentração do poder e do excedente da produção nas cidades localizadas nas planícies do Egito.

O facto de essas cidades estarem localizadas entre o rio e o deserto fez com que se desenvolvessem de forma concentrada. O mesmo não ocorreu com as cidades europeias que, por possuírem um extenso campo fértil para produzir, se desenvolveram de forma dispersa, de acordo com as características de cada região, por todo o continente europeu.

Na Ilha de Creta, entre o Mar Mediterrâneo e o Mar Egeu, existiu (de 3000 a 2000 a.C.) uma das mais brilhantes civilizações da Antiguidade: a civilização cretense ou egeia.

Essas cidades cretenses, das quais ainda existem ruínas bem conservadas de alguns palácios, tinham ruas acompanhando as curvas de nível; eram estreitas e pavimentadas, possuindo ainda, rede de água e esgotos (Arruda, 1993).

Mais tarde, as cidades micénicas possuíam muralhas protetoras, construídas em alvenaria de pedra ciclópica não existindo contudo redes de drenagem ou esgotos canalizados. Com exceção dos templos e das muralhas, os demais edifícios eram de construção simples e perecível, tal qual ocorria no Egito e na Mesopotâmia.

As civilizações cretense e fenícia aprimoraram as técnicas de construção, com a utilização de colunas, arcos e cúpulas e desenvolveram a metalurgia, a cerâmica e a preparação dos papiros e das placas de barro, utilizadas para escrever. Outros elementos importantes legados por essas civilizações são: o cálculo matemático, a geometria, as unidades de peso e medida, o calendário lunar e solar, os estudos de astronomia, de medicina e farmácia (Arruda, 1993).

De acordo com Mumford (1982), os gregos libertando-se das fronteiras conservadoras que a religião anteriormente tinha promovido, evoluíram na forma como estruturaram as cidades:

“suas cidades eram cortadas mais próximo da medida humana e foram libertadas das pretensões paranóicas de monarcas quase divinos, com todas as compulsões e arregimentações acompanhantes do militarismo e da burocracia. Os gregos derrubaram, quando ainda mal as haviam desenvolvido, as duras divisões em casta e ocupação, que se haviam introduzido com a própria civilização”

Os gregos expandiram-se em direção à Ásia quando, por volta de 1200 a.C., a Grécia é invadida por povos arianos, os dórios. A invasão dos dórios resultou numa grande dispersão do povo nativo, para o interior da Península Balcânica e para a Ásia Menor.

Assim, a vida urbana desapareceu. A população regrediu para uma vida mais primitiva, voltando a organizar-se em pequenas comunidades ou grupos familiares.

O rompimento da unidade destas pequenas populações foi fundamental para o surgimento das cidades-estado, passando a serem estas a principal constituição da base da sociedade. A cidade grega começava a apresentar as suas características próprias, como é o exemplo da Acrópole.

Pode dizer-se que a partir do surgimento das cidades-estados, iria desenvolver-se uma civilização que aprenderia a viver em cidades, onde o homem se interessaria por si mesmo. O seu modo de pensar iria fundamentar-se na lógica (Nonel, 1977).

Por volta do século X a.C., resultante de um processo de aglutinação de vilarejos e aldeias existentes na planície, localizada a poucos quilómetros do mar e protegida por colinas, surge Atenas, que logo se torna a capital de uma nova polis.

Rapidamente, o traçado ortogonal das cidades espalha-se através do mundo grego. Por volta de 475 a.C. é introduzido na Grécia continental pelo filósofo e arquiteto Hipodamo de Mileto, o inventor da divisão regular da cidade. O arquiteto foi ainda o autor de uma teoria política na qual imaginou uma cidade de 10.000 habitantes, dividida em três classes: uma de artesãos, outra de agricultores, e outra de guerreiros, cujo território deveria também ser dividido em três partes: uma consagrada aos deuses, outra pública e a terceira reservada a propriedades particulares (Goitia, 1992).

O urbanismo de Mileto não se limita ao rigor do traçado, distingue-se também um certo zonamento: porto militar, ágora, santuários, porto comercial e zonas residenciais. Por fim, a

organização da cidade alcança uma disposição estável, que é preferível não perturbar com modificações parciais. O crescimento da população não produz uma ampliação da área da cidade, mas a adição de um outro organismo equivalente ou mesmo maior que o primitivo (chama-se paleópole, à cidade velha, e néapole, à cidade nova).

Em 265 a.C., a anexação de toda a Etrúria e a subsequente vitória sobre os gauleses da costa do Mar Adriático, deram aos romanos o controle total da Península Itálica. Roma em 500 a.C. controlava cerca de 900 Km e em 260 a.C. por volta de 26 mil Km (Arruda, 1993).

A cidade de Roma desenvolveu-se, a partir dessas datas, com a incorporação das culturas grega e etrusca, até se transformar na capital de um Império, que chegou a unificar politicamente todo o mundo mediterrâneo.

“Os romanos eram um povo eminentemente prático e organizado, que procurava as soluções simples e claras, sempre preferidas nos grandes empreendimentos coloniais. Faltava-lhes o refinamento artístico dos helenos, e eram mais engenheiros do que arquitetos” (Benevolo, História da Cidade, 1993).

As infraestruturas eram compostas de redes de coleta de esgoto e de abastecimento de água. Os esgotos, iniciados no século VI a.C., foram continuamente ampliados e aumentados. Em algumas galerias podiam passar até dois carros de feno lado a lado. Esses esgotos destinavam-se a “recolher as águas das chuvas, a água em excesso dos aquedutos, as descargas dos edifícios públicos; muitos outros edifícios, demasiado afastados dos esgotos, descarregavam seus dejetos nos poços negros ou nas lixeiras abertas, que nunca foram de todo eliminados” (Benevolo, História da Cidade, 1993).

Com a queda do Império Romano e de tudo o que este implicava quanto a organização política e institucional, a unidade do mundo mediterrâneo foi interrompida pela expansão islâmica.

Segundo Benevolo (História da Cidade, 1993) “os árabes invadem as costas do Mediterrâneo na metade do século VII. Encontram primeiro as zonas fortemente urbanizadas do Oriente helenístico, apoderam-se das cidades existentes, Alexandria, Antioquia, Damasco, Jerusalém, e adaptam-nas às suas exigências: Damasco torna-se a primeira capital dos califas Omíadas (de 660 a 750 d.C.) e no recinto sagrado da cidade surge a primeira mesquita”.

Ainda de acordo com o autor, nos novos territórios conquistados, “os árabes preferem fundar uma série de cidades novas: Kairouan na Tunísia em 670, Xiraz na Pérsia em 674, Bagdad, a nova capital dos califas Abássidas, na Mesopotâmia em 762, Fez em Marrocos em 808 e o Cairo no Egito em 969. Quando passam para Espanha (em 711) e para a Sicília (em 827) escolhem como capitais as cidades, até então secundárias, de Córdova e de Palermo e transformam-nas em grandes metrópoles, com centenas de milhares de habitantes”.

De acordo com Goitia (1992) “o que caracteriza as cidades da civilização islâmica é a sua semelhança, desde o Atlântico ao Golfo Persa. Em nenhuma outra cultura se encontra tão grande semelhança”.

Na opinião de Goitia (1992) “o aspeto da cidade muçulmana é muito mais diferenciado que o da cidade clássica e da cidade moderna. Quanto mais complexa, funcionalmente, for uma cidade, mais diferenciadas serão as suas estruturas. Daqui a monotonia das cidades orientais, herdeiras, neste aspeto, das urbes pré-helénicas. O mundo islâmico recebeu boa parte da herança do mundo primitivo oriental, das cidades egípcias e mesopotâmicas.”

Assim, após o fim do Império Romano, a organização da sociedade europeia passa por uma remodelação, na qual ocorre a integração entre as estruturas do mundo romano e do mundo germânico (bárbaro), tornando-se mais independente de poderes centralizadores. O grande poder central, unificador, representado por Roma, perde lugar face à organização social e económica, dando início ao período da Idade Média descentralizada, resultando destas mudanças o aparecimento do sistema feudal.

O sistema feudal funcionou perfeitamente enquanto a população permanecia razoavelmente estável devido à instabilidade geral e às invasões dos bárbaros. No entanto, “com a diminuição das ondas invasoras a partir do século XI, voltou a reinar um clima de maior segurança. Isso favoreceu o aumento da circulação de mercadorias na Europa. Esta circulação tinha inicialmente um caráter local, evoluindo até englobar toda uma região, chegando mesmo até a abranger todo o país. Com a evolução do processo, as trocas foram-se tornando internacionais. (...). Com maior segurança nas vias de comunicação, estradas e rios, os produtos excedentes, eram transportados para os mercados surgidos em pontos estratégicos. (...) Numa economia isolada como a economia feudal, as secas, as enchentes, as guerras e outros acidentes naturais provocavam sempre a morte de muitas pessoas. Mas bastou haver maior segurança para ocorrer

também a redistribuição da produção. A primeira consequência deste facto foi o crescimento acelerado da população, levando ao aumento do mercado consumidor e, ao mesmo tempo, do número de pessoas disponíveis” (Arruda, 1993).

Com o crescimento demográfico, a cidade medieval, de início uma cidade estritamente campesina, reflexo da sociedade feudal, pouco a pouco vai tomando um papel que se contrapõe ao feudalismo, especialmente após o aparecimento da burguesia.

De acordo com Goitia (1992), “a cidade da época medieval, propriamente dita, só aparece no início do ‘século XI e desenvolve-se principalmente nos séculos XII e XIII. Até esse momento, a organização feudal e agrária da sociedade domina completamente. Frente a esta organização, o crescimento das cidades é originado principalmente pelo desenvolvimento de grupos específicos, do tipo mercantil e artesão. (...). Com o desenvolvimento do comércio nos séculos XI e XII foi-se constituindo uma sociedade burguesa composta não só de viajantes, mas também por outra gente fixada permanentemente nos centros, onde o comércio se desenvolve: portos, cidades de passagem, mercados importantes, vilas de artesãos, etc. Estabelecem-se nestas cidades pessoas que exercem os ofícios requeridos pelo desenvolvimento dos negócios: armadores de barcos, fabricantes de aparelhos para velejar, de barris, de embalagens diversas, geógrafos que desenham os mapas marítimos, etc. A cidade atrai, por conseguinte, um número cada vez maior de pessoas do meio rural que encontram ali um ofício e uma ocupação que, em muitos casos, os liberta da servidão do campo. Esta sociedade burguesa que paulatinamente, se vai desenvolvendo, é o estímulo da cidade medieval”.

Com o fortalecimento económico da burguesia, uma parte da nova população vem morar nas cidades, gerando com isso, uma necessidade de mais espaços fortificados.

Segundo Goitia (1992), “a necessidade desta muralha, que é característica da cidade medieval, esteve, em muitos casos, na causa da origem das finanças municipais. Esta contribuição adquiriu rapidamente carácter obrigatório, e tornou-se extensiva, além da fortificação, a outras obras comuns, como a manutenção das vias públicas

De acordo com Zmitrovicz (1990), “em toda a Europa inicia-se um processo de desnivelamento progressivo entre as classes sociais, provocado pela classe nobre, que procura obter para o si o máximo de vantagens, concentrando rendas e ostentando luxo. Há um empobrecimento das

aldeias e a perda de direitos por parte dos camponeses, que são impedidos de migrar para as cidades, no intuito de garantir a mão de obra no campo, e obrigados a prestar serviços semanais cada vez mais frequentes nas lavouras dos nobres. Estes passam a administrar as aldeias e a exercer o poder judiciário em relação aos que se tornam seus servos”. A cidade medieval permanece caracterizada como cidade-estado, fechada em si.

Segundo Goitia (1992), a cidade medieval apresenta uma forte característica no que diz respeito ao seu aspeto físico. Por necessidade de defesa, a cidade medieval “fica geralmente situada em locais dificilmente expugnáveis: colinas ou sítios abruptos, ilhas, imediações de rios, procurando principalmente as confluências ou sinuosidades, de modo a utilizar os leitos fluviais como obstáculos para o inimigo”.

Ao longo dos seus estudos, Zmitrovicz (1990) concluiu que muitos historiadores consideram as cidades modernas uma resultante da evolução das cidades medievais.

Em finais do século XV a população urbana das cidades europeias, com mais de 30.000 habitantes, correspondia a somente 2,5% da população total. Esta baixa proporção é um reflexo da preponderante natureza rural da sociedade pré-industrial.

Em relação à civilização europeia, durante o período do renascimento, Goitia (1992) afirma que a principal “atividade urbanística durante o século XV e XVI consiste, em grande parte, em alterações no interior das velhas cidades que, geralmente, modificam muito pouco a estrutura geral”. Ainda segundo o autor, a “abertura de algumas ruas novas, com edifícios solenes e uniformes, e sobretudo a criação de novas praças, regulares ou quase regulares, para enquadramento de um monumento destacado, uma estátua para honrar um rei ou um príncipe, ou para representações ou festejos públicos, são os empreendimentos urbanos mais apoiados, que o período barroco irá continuar ainda em maior escala”.

A transição do período renascentista para o barroco é caracterizada pelo aumento da importância das cidades, principalmente das capitais de Estados e aquelas ligadas ao grande comércio, com destaque para as portuárias. Essas cidades passam a ser também, as capitais políticas e fontes do poder económico do Estado barroco.

A cidade barroca é a herdeira dos estudos teóricos do renascimento. Nesse período, desejava-se criar uma cidade como obra de arte de imediata percepção visual, usando como instrumento a perspetiva. Os principais fundamentos do urbanismo barroco são: a linha reta, a perspetiva monumental, o programa e a uniformidade (Iodeta, 1979).

A última e fundamental mudança das cidades foi gerada por uma complexidade de acontecimentos a que se denominou "Revolução Industrial".

A revolução industrial é quase imediatamente seguida por um explosivo crescimento demográfico das cidades, primeiro na Inglaterra, seguida pela França e Alemanha. Após 1850, enquanto a população mundial quadruplica, a população urbana multiplica-se por dez. Esse grande crescimento da população urbana é consequência de progressos científicos e técnicos realizados a partir da metade do século XVIII (Harouel, 1990).

De facto, segundo Hazel (2004), mais de dois mil milhões de pessoas vivem atualmente em cidades, cerca de um terço da população. Estima ainda que, no espaço de 50 anos, cerca de cinco mil milhões de pessoas venham a habitar em cidades, perfazendo mais de 60% da população mundial.

Para percebermos esta evolução, e tendo em conta o desenrolar histórico descrito acima, há 2.000 anos atrás, viviam em Roma cerca de 100.000 pessoas. Quando Guilherme, o Conquistador, marchou sobre Londres, há 1.000 anos atrás, esta era a maior cidade do mundo com cerca de 150.000 habitantes. Em 1950, Nova York contava com 12.000.000 de habitantes. Hoje, Tóquio é a maior cidade e alberga cerca de 30.000.000 de habitantes.

Além do crescimento exponencial das cidades, aumenta também o número de grandes cidades. Assim, existem hoje 20 cidades com mais de 12 milhões de habitantes e mais de 50 cidades com mais de 5 milhões.

Para finalizar esta contextualização histórica do aparecimento e desenvolvimento das cidades, importa ainda perceber o papel que o automóvel ocupa neste trajeto, já que o presente trabalho se foca na procura de uma solução para um dos problemas da ocupação das cidades pelos automóveis.

Para que se perceba que o crescimento exponencial das cidades foi acompanhado de perto pelo crescimento do número de automóveis, apresentam-se de seguida alguns números reunidos por Hazel (2004).

Em 1900 existiam cerca de 100.000 automóveis a nível mundial. Em 1950 esse número passava para 50 milhões e, em 2000, para 500 milhões. Em 2050 estima-se que o número de automóveis ascenda ou ultrapasse os 1.000 milhões. A maior parte destes automóveis entrarão e circularão em cidades que têm que ser preparadas para os receber.

2.3. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO EMPREENDEDORISMO

Antes de se poder compreender a evolução do empreendedorismo até aos dias de hoje, importa esclarecer de forma clara o seu conceito, o que está na base da sua existência.

Com efeito, o conceito de empreendedorismo tem vindo a ser estudado, ao longo dos tempos, sob diversas perspetivas (Gündoğdu, 2012) e a sua definição sempre foi controversa, sendo este tema usado por diferentes investigadores para abordar realidades diferentes (Dieguez, 2011).

Schumpeter, no seu livro “Entrepreneurship, Style and Vision” (Schumpeter, 1978), associa o conceito de empreendedorismo à inovação, ao afirmar que a essência do empreendedorismo está na perceção e aproveitamento das novas oportunidades no âmbito dos negócios, colocando a inovação como elemento central da sua teoria de desenvolvimento económico. Já Peter Drucker (Drucker, 1985) amplia o conceito de empreendedorismo, relacionando-o com a identificação, criação e exploração de oportunidades. No mesmo livro, Drucker identifica as quatro principais estratégias para concretizar uma ideia empreendedora e conquistar mercado: quer sendo o primeiro a fazê-lo, através da entrada em mercados onde os seus concorrentes não atuam, encontrando e explorando um nicho de mercado especializado, ou através da alteração das características económicas de um produto, mercado ou indústria.

As definições expostas no parágrafo anterior permitem elucidar o seguinte aspeto associado ao empreendedorismo: não existe empreendedorismo sem que exista relação entre o trabalho desenvolvido e o mercado, ou seja, a ideia de empreendedorismo está fortemente ligada à criação de negócios, quer estes sejam negócios novos, quer através da reestruturação ou incremento de valor de negócios existentes.

Apesar de se relacionar empreendedorismo com mercado ou negócios, deve salientar-se que o empreendedor é o elemento central de toda a atividade empreendedora (Saraiva, 2011). Ou seja, “as localidades, regiões ou nações são tão mais empreendedoras quanto mais forem capazes de entender, criar, captar e reter empreendedores”, o mesmo se aplicando às empresas que competem no mercado atual.

Drucker (1985) refere ainda que, o aparecimento e desenvolvimento do conceito de empreendedorismo, está fortemente relacionado com a passagem da predominância do trabalho manual e da prestação de serviços, para um contexto em que o trabalho com base no conhecimento é sinónimo da criação de valor acrescentado.

Esta afirmação pode ser contextualizada quando se analisam as alterações, no final do século XX, das empresas que se encontram no topo do índice Dow Jones Industrial Average (DJIA), nos Estados Unidos. No dia 1 de Novembro de 1999, empresas como a Chevron, Goodyear Tire & Rubber Company, Sears Roebuck e Union Carbide, foram removidas deste índice para dar lugar à Intel, Microsoft, Home Depot e SBC Communications. Sendo que as empresas Intel e Microsoft foram as primeiras duas companhias cotadas na bolsa de valores NASDAQ a serem incluídas no índice DJIA (Zacharakis, 2008).

Estas alterações representam o que é hoje denominada como “Revolução do Empreendedorismo”, que transformou a indústria dos Estados Unidos até aos dias de hoje (Zacharakis, 2008).

Associada a esta revolução está o aparecimento de um novo paradigma do processo de inovação, uma vez que, empresas em todo o mundo, se encontram dispostas a abrir os seus departamentos de inovação para incluir parceiros externos de todos os tipos, como fornecedores, clientes, académicos, e empreendedores com ideias revolucionárias ou capacidades únicas (Lindegaard, 2010).

Percebe-se então que, gerar ideias inovadoras e empreendedoras passou a ser uma questão crítica para o desenvolvimento de produtos e dinâmicas de mercado competitivas a nível global. Além das áreas tecnológicas, as ideias empreendedoras devem abordar as questões do mercado, por forma a que se consiga garantir uma rede de clientes e a escalabilidade do negócio e, por fim, uma marca distintiva. Para o caso Português, as questões de rede de clientes e escalabilidade, requerem especial atenção já que habitualmente são respondidas no plano internacional (Vortal Connecting Business).

3

SISTEMAS DE GESTÃO DE ESTACIONAMENTOS

3.1. INTRODUÇÃO

Ao longo deste capítulo pretende-se dar exemplos do estado da arte de sistemas de gestão de estacionamentos, tanto em vias públicas, como em parques situados em espaços controlados. Através desta análise, foi possível perceber quais as soluções atuais, utilizadas em parques de acesso controlado, adaptáveis para parques em vias públicas. Foi ainda âmbito deste capítulo a comparação entre a solução proposta neste trabalho e as existentes, avaliando o grau de inovação e empreendedorismo, assim como as mais valias associadas a essa mesma solução.

3.2. PARQUES EM ESPAÇOS CONTROLADOS

Neste ponto apresentam-se as soluções existentes no mercado, para controlo e gestão de parques em espaços controlados. Estas podem variar, desde uma simples cancela com rececionista, até à automatização total do parque com recurso a software, podendo ser aplicadas a parques subterrâneos, parques em altura ou parques em planta. Vejamos mais concretamente que opções existem.

3.2.1. PARQUES COM CONTROLO NO ACESSO

3.2.1.1. Parques com barreiras

As barreiras físicas, colocadas nos pontos de acesso aos parques, servem o propósito de limitar a entrada e saída de veículos e podem apresentar diversas formas, tais como: braços articulados, barreiras de parque, pilaretes retráteis e portões de garagem. Estes mecanismos podem ser associados a eletrónica e software de controlo de acesso. No entanto, ainda existem muitos casos nas maiores cidades do país, em que o controlo de acessos, gestão de tempo de estacionamento e pagamentos são feitos por um rececionista ou outro agente responsável pelo parque.

Este tipo de soluções não configuram um sistema de gestão de um parque de estacionamento uma vez que, caso seja necessário analisar informação sobre o estado de ocupação do parque, a diferentes horas ou em diferentes alturas do ano, com o objetivo de se tomarem decisões quanto ao posicionamento em relação ao preço, promoções, vales mensais ou outros aspetos, essa informação não existe ou, caso esteja arquivada, necessita de um moroso processo de tratamento manual de dados até estar pronta para análise.

3.2.1.2. Parques com sistemas de gestão e controlo

Existem no mercado soluções para a gestão de parques de estacionamento de acesso controlado com níveis de tecnologia muito evoluídos. Nestes casos, é habitual recorrer-se à associação entre hardware e software, utilizando-se em simultâneo barreiras de parque automáticas (Figura 1), reconhecimento de matrículas, pilaretes e balizadores, sistemas de videovigilância (CCTV), por forma a gerir e monitorizar, através de uma aplicação ou programa informático, no local ou remotamente, toda a informação respeitante ao parque. Juntamente a estes sistemas de controlo de acesso, são ainda utilizadas estações de pagamento automático, incluídas no mesmo sistema de gestão. No entanto, raros são os casos em que existe a opção de pagamento através de cartão multibanco, ou de interação através de uma aplicação para “smartphones” (o pagamento através de “smartphone” em parques subterrâneos é dificultado pelo acesso limitado à internet com

recurso a tecnologia General Packet Radio Service - GPRS), estando limitada à opção de pagamento com numerário.



Figura 1 – Barreiras automáticas para controlo de acessos a parques de estacionamento. (fonte: <http://www.gestao-parques-estacionamento.pt/gestao-parques-estacionamento-idpark/>)

Este tipo de soluções, quando utilizadas em parques privados, permitem acrescentar algumas funcionalidades que não apresentam real vantagem num parque de acesso público, tais como, diferenciar e controlar acessos a pessoas externas à organização ou controlar horas de acesso de funcionários.

3.2.2. PARQUES SEM CONTROLO DE ACESSO

O tipo de gestão de estacionamento que será detalhado neste ponto apresenta-se habitualmente em parques gratuitos, com um especial foco na experiência e conforto do utilizador (podemos encontrar exemplos das características a seguir descritas em parques de estacionamento de alguns centros comerciais).

Apesar de continuarem a fornecerem informação importante às entidades encarregues da sua gestão, a forma como estes parques são desenvolvidos visa facilitar o acesso a espaços de estacionamento livres, encurtando rotas e diminuindo os tempos de permanência nestes espaços.

Vejamos então que tipo de funcionalidades existem nestes parques e de que forma são materializadas.

3.2.2.1. Parques com sistemas de controlo e contagem

Os sistemas de controlo e contagem instalados em parques de estacionamento são compostos por vários detetores de veículos, colocados estrategicamente em locais de passagem, por forma a delimitar secções do parque ou pisos. O seu modo de funcionamento passa pela deteção da passagem de um veículo em determinada secção do parque, enviando essa informação para o servidor e base de dados que alimenta o sistema. Assim, o sistema consegue determinar a ocupação, em tempo real, de cada secção ou piso (Figura 2).

Estes sistemas de controlo e contagem são ainda complementados por painéis de sinalização, estática ou dinâmica, para informação visual dos utilizadores. Assim, esta ferramenta pode tornar-se um auxílio importante na tarefa de gerir um parque de estacionamento ao permitir o comando manual dos painéis de sinalização, permitindo, sempre que for necessário, afastar a circulação de utilizadores de determinadas secções do parque, fechar pisos, fechar o parque ou editar contadores, etc.

Através dos painéis informativos referidos acima, é possível indicar aos utilizadores quais as secções do parque com lugares disponíveis ou ainda, qual a secção de estacionamento mais próxima do seu destino. Esta última característica desempenha um papel de maior importância em parques que tenham várias zonas de acesso pedonal, como é o caso de centros comerciais, aeroportos, etc.

Estes painéis são ainda passíveis de personalização, podendo ser adaptados a cada situação e preparados por forma a conterem as mais diversas informações (incluindo publicidade direcionada, por exemplo) (Figura 3).

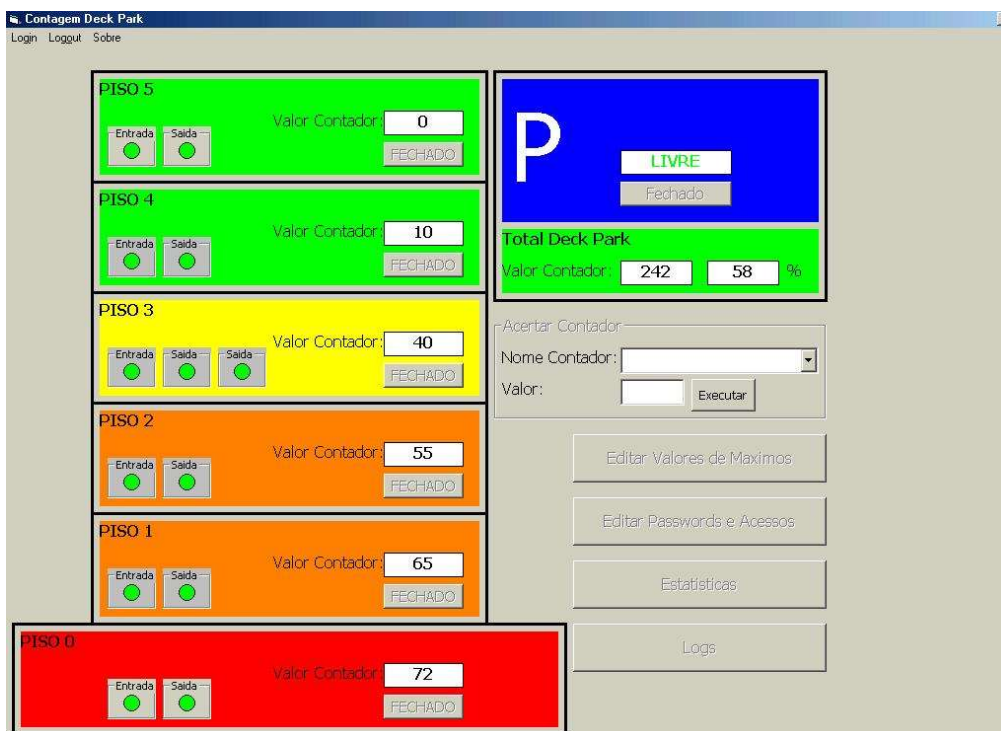


Figura 2 – Exemplo de interface com o gestor de parque de estacionamento de um sistema de controlo e contagem. (fonte: (Global Park, 2016))



Figura 3 – Exemplo da interface com o utilizador de um sistema de controlo e contagem. (fonte: (Park, Global, 2016))

3.2.2.2. Parques com sistemas de identificação de lugar livre

Este tipo de sistemas aparece muitas vezes associado ao sistema descrito no ponto anterior. Um sistema de identificação de lugares livres, quando associado a um sistema de controlo e contagem, além de indicar o número de lugares vagos por zona, permite a identificação, clara e à distância, da disponibilidade de cada lugar, facilitando desta forma o estacionamento e reduzindo os tempos de procura.

Estes sistemas são materializados através da instalação de um sensor ultrassónico em cada lugar de estacionamento que dará a informação de “livre” ou “ocupado” ao servidor e respetiva base de dados. A mesma informação é transmitida aos utilizadores através de um sinalizador luminoso instalado em cada lugar de estacionamento (Figura 4).

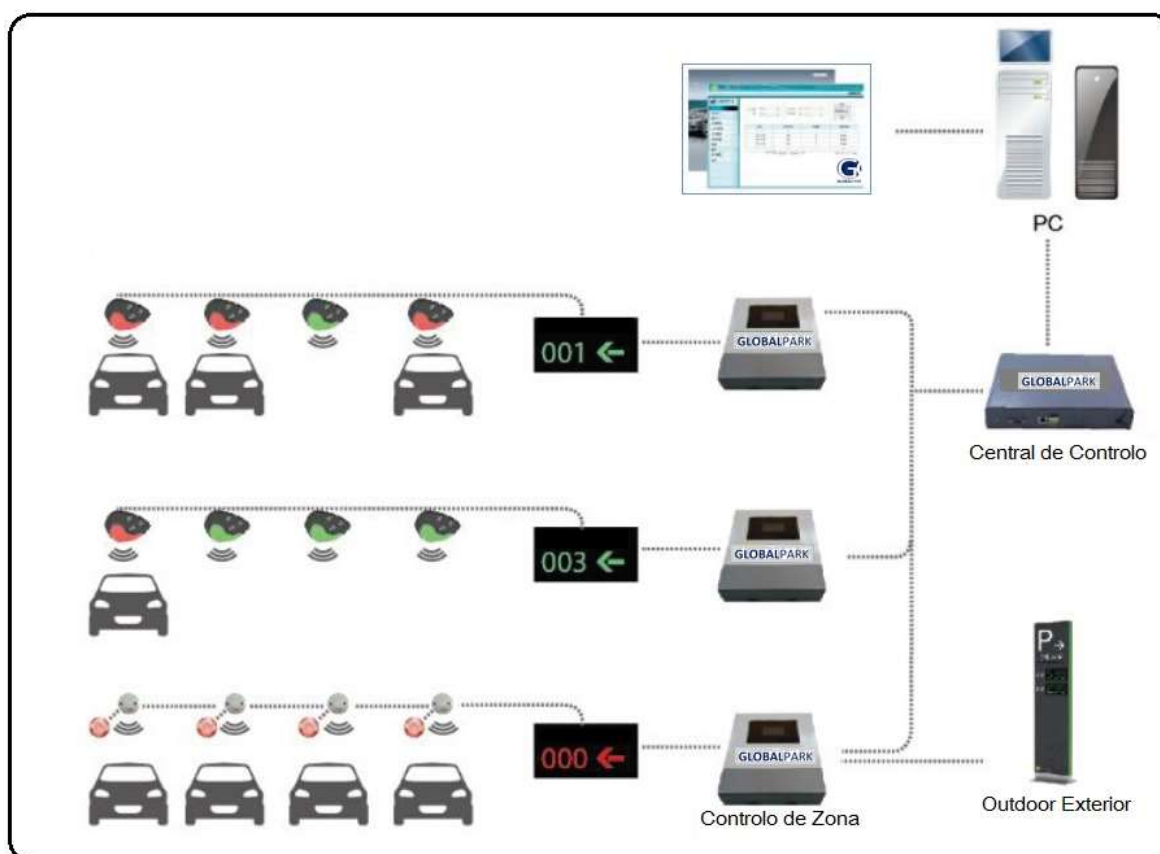


Figura 4 – Exemplo de instalação de um sistema com funções de controlo e contagem e identificação de lugar livre. (fonte: (Park, Global, 2016))

3.2.3. PARQUES AUTOMÁTICOS

O parque automático é, sem dúvida, o sistema mais evoluído de gestão de estacionamentos para parques em espaços controlados. Atualmente, a opção por parques automáticos, dotados de mecanismos capazes de estacionarem veículos sem qualquer auxílio do condutor/utente do parque encontra-se em fase de desenvolvimento existindo apenas um, neste momento, em território nacional, que é o caso do parque de estacionamento das Portas do Sol, em Alfama, gerido pela EMEL.

Uma das maiores valências deste tipo de sistema prende-se com a versatilidade da sua aplicação, uma vez que, apesar de não serem desenhados para parques que se estendem em planta, pode ser aplicado tanto em parques subterrâneos como em torres acima do nível térreo. Ainda em relação à geometria do parque de estacionamento, existe uma desvantagem associada, uma vez que estes mecanismos apenas podem ser aplicados em parques com plantas paralelepípedicas e cilíndricas (Figura 5).

O modo de funcionamento destes parques representa uma das maiores inovações, face às restantes tecnologias listadas neste capítulo. O utente do parque deixa a viatura trancada, na entrada do parque de estacionamento, sob uma plataforma com rodas. Sensores de movimento instalados nessa plataforma garantem que a viatura não é armazenada caso existam seres vivos no seu interior, enquanto é avaliada a dimensão da viatura por forma a garantir que não excede o espaço disponível e designado para a estacionar. Na fase seguinte, o sistema, após identificação do lugar onde deve ser estacionada a viatura, orienta a plataforma, com a respetiva viatura, para esse local. É possível proceder a reorganizações sucessivas do parque otimizando o espaço disponível, conjugando viaturas de diversas dimensões. Por forma a otimizar o tempo do utilizador, o carro é estacionado em posição de saída, evitando perda de tempo, com manobras, na altura da recolha.

Analisando o ponto de vista do utilizador, o sistema é muito conveniente e seguro, uma vez que, além de eliminar o risco de ocorrência de acidentes envolvendo a viatura ou condutor, permite economizar tempo e combustível na procura de um lugar vago. No entanto, segundo uma entrevista do Jornal Público à direção comercial da EMEL (Publico, 2009), os utilizadores ainda evitam a utilização deste tipo de soluções, uma vez que, "Percebemos que as pessoas não tinham muita confiança em deixar aqui o carro, porque o perdiam de vista. Não sabiam o que lhe acontecia". Este comportamento pode dever-se ao fator novidade e à falta de conhecimento

do funcionamento de todo o processo.



Figura 5 – Exemplo de um parque de estacionamento automático, construído em torre.
(fonte: (Jornal Tribunal de Macau, 2015))

Analisando a implantação de um sistema deste género, em relação ao investimento necessário, quando comparado com um parque de estacionamento tradicional, estamos perante uma redução considerável do valor associado à construção e instalação de infraestruturas já que, ao impedir o acesso aos utilizadores, excluem-se também todas as estruturas de acesso ao homem, sistemas de iluminação, sistemas de emergência, ventilação e vigilância no interior. Por outro lado, todo o mecanismo automático contribui de forma considerável para o valor do investimento, juntamente com as despesas associadas à manutenção especializada do mesmo.

Ainda em relação ao sistema de parques automáticos, interessa referir um detalhe que se prende com os tempos de entrada e saída de viaturas, dependentes obviamente do tamanho do parque, mas na ordem de 1 minuto para cada operação, tornando-o impraticável para aplicações de apoio a estruturas com fluxos concentrados de utilizadores (salas de espetáculos, cinemas, estádios de futebol, etc.) (Bandeira, 2008).

3.3. PARQUES EM VIAS PÚBLICAS

Para melhor se compreender o estado da arte dos sistemas de gestão aplicáveis a parques em vias públicas, procede-se à descrição dos principais sistemas existentes no nosso país. Lugares de estacionamento gratuitos não são alvo da aplicação destes sistemas e, por isso, não são considerados no presente trabalho.

3.3.1. PARQUES COM PARQUÍMETRO FIXO

A cobrança e controle de estacionamento em via pública surge da necessidade de racionalizar o uso do solo em áreas densamente ocupadas, com vista a disciplinar a ocupação do espaço urbano, aumentando a rotatividade destes espaços e permitindo uma melhor oferta de estacionamento.

O sistema mais corrente para cobrança do tempo de estacionamento, utilizado em Portugal, é o parquímetro. Trata-se de um dispositivo eletromecânico ou eletrónico que, através de um sistema de bilhetes de papel, que devem ser colocadas em zona visível no interior de cada automóvel que ocupe um lugar pago, permite aos utilizadores pagarem pelo tempo que prevêm ocupar o respetivo lugar de estacionamento.

Ao longo dos últimos anos verificou-se uma evolução do tipo de equipamentos utilizados, desde os parquímetros mecânicos, colocados em cada lugar de estacionamento (Figura 6), até aos parquímetros mais eficientes dos dias de hoje, equipados com painéis solares, e que servem um conjunto de lugares de estacionamento por cada posto (parquímetro) (Figura 7).



Figura 6 – Exemplo de um parquímetro mecânico.



Figura 7 – Exemplo de um posto de parquímetro atual, equipado com painel solar.

Estes sistemas, apesar de facilitarem o pagamento do tempo de ocupação dos lugares de estacionamento, apresentam diversas desvantagens, tanto para os utentes, como para as empresas que deles necessitam para gerir os espaços de estacionamento.

Senão vejamos, a grande maioria destes parquímetros apenas possibilita o pagamento através da utilização de moedas, obrigando o utente a recorrer a uma única forma de pagamento. Implica ainda que o utente se desloque ao posto, mesmo que este se situe próximo ao seu automóvel, e regresse ao automóvel para aí deixar o bilhete. Este aspeto é severamente agravado com condições meteorológicas adversas.

Outro fator que pode ser visto como uma desvantagem deste sistema prende-se com a falta de controlo, caso seja necessário aumentar o tempo de ocupação numa situação imprevisível, ou no caso contrário, caso o tempo inicialmente previsto ultrapasse o realmente necessário. No primeiro exemplo, o utente vê-se obrigado a regressar ao local do estacionamento para

prolongar o tempo de estacionamento. No caso de ser impossível regressar, fica sujeito a coima. No segundo exemplo, o utente não tem direito a ser ressarcido pela parcela que excedeu o real tempo de utilização do lugar de estacionamento.

Na ótica da empresa que gere estes lugares de estacionamento, equipados com parquímetros, para fazer cumprir o pagamento do tempo de ocupação de cada lugar, esta vê-se obrigada a proceder a operações de fiscalização que, no caso de todos os automóveis conterem bilhetes válidos, são completamente infrutíferas e, caso falhem a fiscalização de zonas indevidamente ocupadas, vêm reduzida a sua receita.

Analisando a perspetiva das empresas gestoras, um parquímetro deste género pode recolher informação sobre a quantidade de bilhetes retirada, as horas e durações dessas operações. No entanto, não fornece informação sobre que lugares foram ocupados preferencialmente nem identifica casos de não pagamento.

3.3.2. PARQUES COM PAGAMENTO ATRAVÉS DE DISPOSITIVO MÓVEL

O desenvolvimento de novas soluções, focadas no aumento de formas de pagamento para os utilizadores, aparece numa altura em que a utilização dos “Smartphones” se encontra massificada. Assim, parece natural que estas novas funcionalidades apareçam na forma de aplicações para estes dispositivos. No entanto, existem alternativas que não necessitam de dispositivos móveis com as capacidades dos “Smartphones”, recorrendo ao pagamento através de “Short Message Service (SMS)”.

Algumas destas aplicações e meios de pagamento serão analisados nos pontos seguintes. Importa compreender que desvantagens do método tradicional (parquímetro fixo) são suprimidas por cada uma destas opções.

3.3.2.1. ePark

A solução apresentada pela EMEL, Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa, E.M. S.A, traduz-se numa aplicação para utilização em “Smartphones”, para as três plataformas existentes no mercado, iOS, Android e Windows Phone.

As funcionalidades anunciadas no site da EMEL apresentam-se de seguida (EMEL, s.d.):

- Indicar o local onde estaciona, utilizando a georeferência do telefone, a caixa de pesquisa de ruas ou deslocando o ponto do mapa até ao local onde estacionou;
- Definir o tempo exato que pretende estacionar, com um mínimo de 15 minutos;
- Prolongar o estacionamento a qualquer momento, pagando apenas o tempo que usou;
- Carregar a sua conta através de PayPal ou multibanco;
- Visualizar todos os estacionamentos em curso/ativos e pedir faturas a partir da própria App.

A utilização da aplicação é também explicada no site da EMEL segundo um conjunto de pontos que se listam de seguida (EMEL, s.d.):

- Faça Login com o seu e-mail e palavra passe;
- Indique onde estacionou;
- Indique quanto tempo quer estacionar até ao máximo regulamentar (2 ou 4 horas);
- Escolha a matrícula entre as suas favoritas, ou adicione uma nova matrícula;
- Confira no ecrã o tempo selecionado e o custo correspondente;
- Se necessitar, prolongue o estacionamento até ao tempo máximo regulamentar.

Analisando os pontos listados acima, torna-se claro que a aplicação oferecida pela EMEL se dirige especialmente às desvantagens associadas aos meios disponíveis para efetuar o pagamento da ocupação do parque de estacionamento, assim como ao conforto do utilizador que pode efetuar o pagamento sem ter que se deslocar a um parquímetro fixo, mesmo em caso de necessidade de prolongamento do tempo inicialmente estipulado. Prevê ainda a possibilidade da previsão de um tempo de estacionamento que se verifica ser mais curto na realidade. Apesar de não se encontrar como funcionalidade listada, o site refere que, ao regressar ao carro, o utilizador pode terminar o estacionamento, terminando também o débito de créditos (Figura 8).

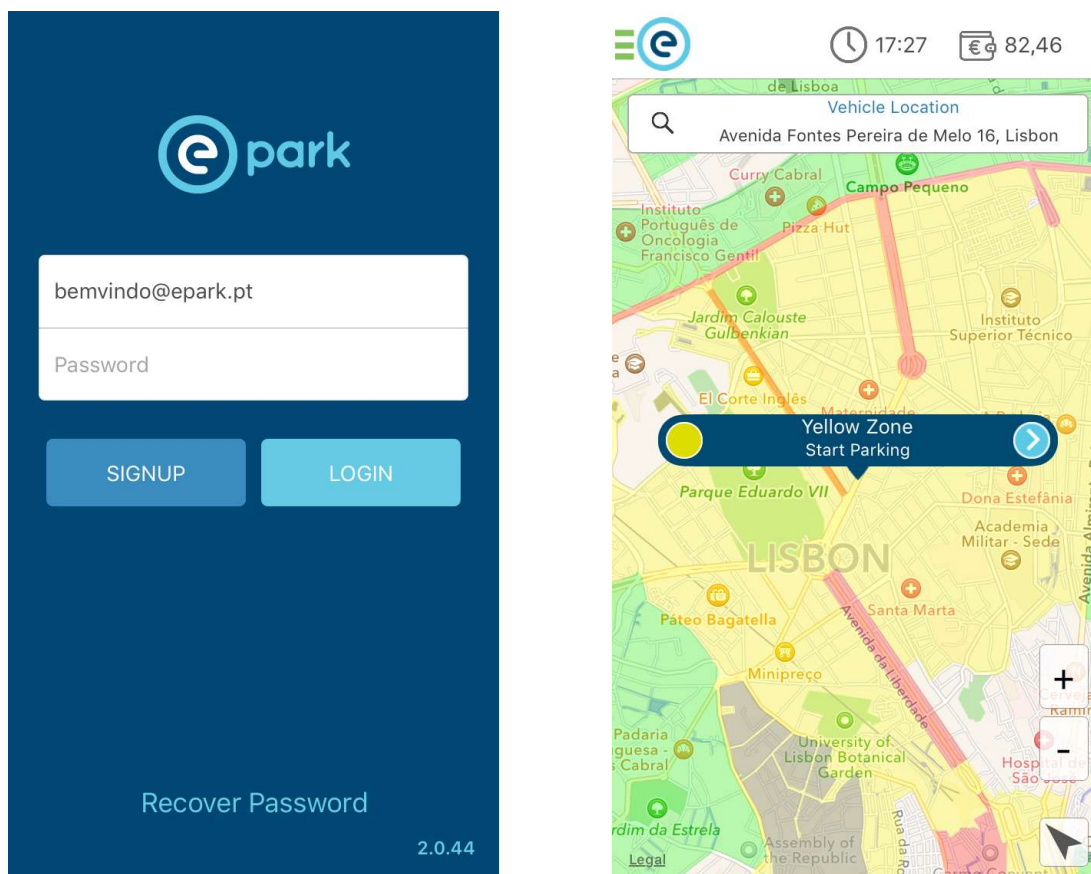


Figura 8 - Interface para utilizadores da aplicação ePark. (fonte: (EMEL, s.d.))

No entanto, a necessidade introduzir a matrícula do carro que ocupa o lugar a pagar pode apresentar problemas associados à proteção de dados. De facto, numa notícia da rádio renascença, datada de 18/03/2016 (Rádio Renascença, 2016), pode ler-se: “A Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd) revelou esta sexta-feira que a EPORTO, concessionária dos parquímetros do Porto desde o início do mês, está impedida de recolher ou processar dados pessoais para controlo do pagamento do estacionamento.” E ainda que, “Os utilizadores passam a estar sob permanente monitorização, mesmo que não incorram em incumprimento no pagamento das taxas devidas. Por exemplo, um utilizador que às 9h00 estacione nos Aliados, às 12:30 estacione na avenida Rodrigues de Freitas, às 15h00 na Boavista e às 18h30 na Constituição, deixa o registo de circulação da sua viatura numa base de dados com segurança e acessos desconhecidos”. No entanto, nenhuma notícia sobre uma proibição semelhante parece existir para o caso do sistema aplicado pela EMEL.

3.3.2.2. EPORTO e TELPARK

Foi lançado este ano em Fevereiro, o novo sistema de gestão de estacionamento do Porto, apresentado pelo Presidente da Câmara, em conjunto com responsáveis da EPorto, um consórcio composto pela Empark, Resopre e Dornier, que venceu um concurso público lançado pela autarquia para concessionar a gestão do estacionamento pago na via pública. (Rádio Renascença, 2016)

Este novo sistema é composto pela substituição dos antigos parquímetros convencionais (moedas como único meio de pagamento e emissão de bilhetes em papel) por novos parquímetros (Figura 9) que, apesar de apenas continuarem a aceitar moedas como meio de pagamento, têm capacidade para que o utilizador introduza a matrícula da viatura estacionada, fazendo automaticamente a transmissão dessa informação à empresa encarregue da gestão desse lugar de estacionamento, eliminando a necessidade de fazer regressar o utilizador à viatura para aí deixar o bilhete, que é sempre impresso independentemente da transmissão de informação já referida (Figura 10).



Figura 9 – Exemplo do novo sistema de parquímetros instalados na cidade do Porto. (fonte: (EPORTO, 2016))

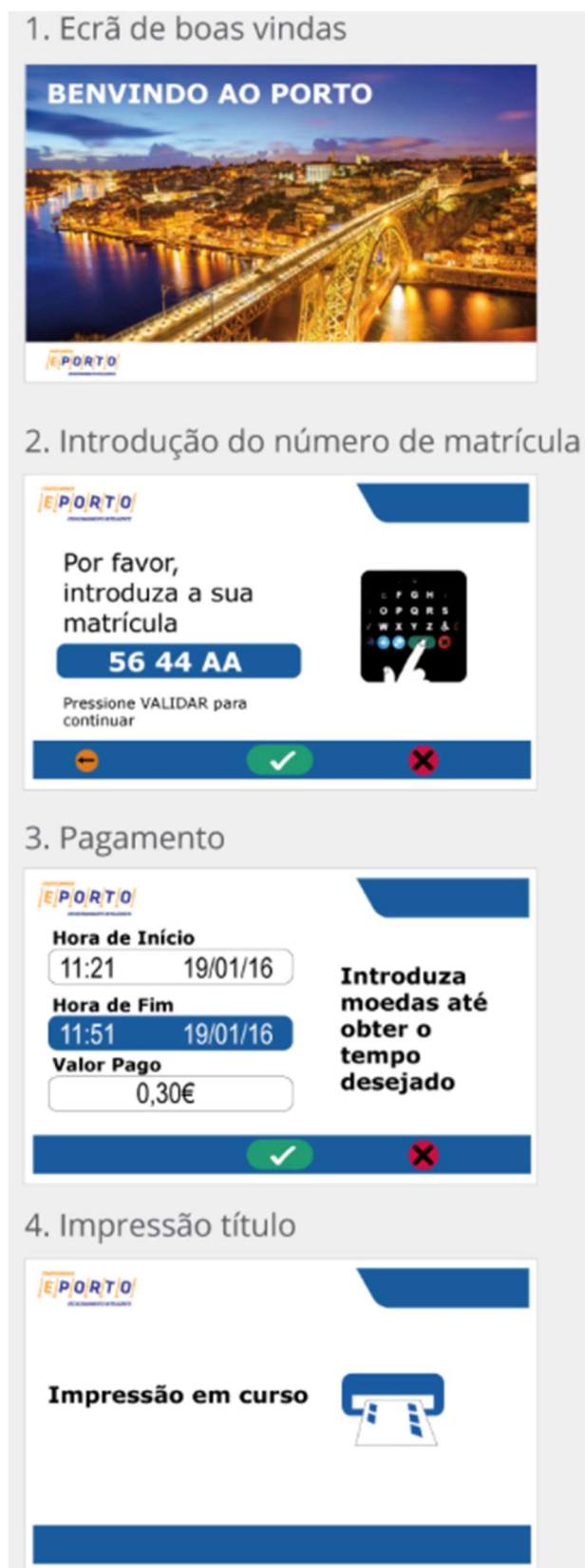


Figura 10 – Instruções de utilização dos novos parquímetros instalados na cidade do Porto. (fonte: (EPORTO, 2016))

A par destes novos parquímetros, a EPORTO lançou uma aplicação para “smartphones” com as seguintes funcionalidades (EPORTO, 2016):

- Rápido e cómodo já que não obriga a ter moedas para pagar o estacionamento;
- É possível ampliar ou interromper o tempo selecionado e pagar avisos de pagamento se tiver optado por pagamento posterior;
- Pode gerir o pagamento e pagar avisos;
- Pode utilizar o serviço com todos os veículos que pretenda.

Esta aplicação é, em grande parte, semelhante à aplicação posta no mercado pela EMEL, com duas diferenças principais. A primeira é a possibilidade de pagamentos por avisos por parte da TELEPARK, permitindo mais uma forma de os utilizadores gerirem a forma como pagam o tempo de estacionamento. A segunda, prende-se com a possibilidade de utilizar a funcionalidade de georeferência dos “smartphones” no caso da ePark, enquanto na TELEPARK, a localização tem que ser introduzida manualmente através da indicação da cidade, tarifa e zona, não contribuindo da mesma forma para a comodidade do utilizador.

Tal como foi referido no ponto 2.3.2.1., a recolha de informação das matrículas pela EPORTO foi suspensa pela CNPD (Comissão Nacional de Protecção de Dados), limitando as funcionalidades dos novos parquímetros que, desta forma, passam a apresentar as mesmas características dos substituídos.

A aplicação da TELPARK encontra-se disponível e pode ser utilizada nas seguintes cidades, a nível nacional: Amadora, Beja, Faro, Figueira da Foz, Lagos, Portimão, Porto, Sesimbra, Setúbal, Tróia, Vila Nova de Gaia e Vila Real.

3.3.2.3. Meo Parking

Segundo as informações disponíveis no site deste sistema, o Meo Parking “É um serviço que permite o pagamento do estacionamento na via pública através do telemóvel, tendo sido especificamente desenhado para responder às necessidades como pagamento de

estacionamentos sem hora de fim definida, pagamento por valor, por tempo, por hora de fim e em diferentes zonas, entre outras especificidades.

Proporciona uma forma de pagamento dos estacionamentos simples e alternativa, com autonomia e comodidade acrescidas, ao permitir o pagamento em qualquer local e a qualquer hora.

É independente do nível de sofisticação tecnológica do telemóvel, já que este serviço foi pensado para ser utilizado por todos. Apenas é necessário escolher a forma mais conveniente para cada utente: SMS, Site Móvel ou aplicação nativa móvel para iOS e Android”

O serviço disponibiliza ainda duas formas de proceder ao pagamento através do sistema. Por um lado, o utente pode criar uma carteira virtual, carregada através de cartão de crédito e utilizar esse saldo para efetuar os pagamentos de estacionamento. Por outro lado, a transferência direta ao associar uma conta bancária à sua conta de utilizador.

Devem ser sempre inseridos os dados da matrícula da viatura e da zona de estacionamento, assim como da opção escolhida para pagar o tempo de ocupação.

As funcionalidades deste sistema são semelhantes às dos sistemas anteriores, com o acréscimo da possibilidade de pagamento através de SMS para os utentes que não pretendam utilizar a aplicação ou não possuam um “smartphone”.

Permite ainda uma gestão online do serviço de estacionamento, permitindo aos utentes a consulta do histórico dos seus estacionamentos e carregar o saldo da carteira virtual.

Apesar de existirem mais empresas a fornecer soluções deste género no mercado, todas as funcionalidades oferecidas ficam cobertas através da descrição dos 3 sistemas acima referidos.

Independentemente de o foco nas descrições ter recaído sobre as funcionalidades para os utilizadores, importa perceber de que forma estas novas ferramentas se traduzem numa otimização da operacionalidade das entidades gestoras destes lugares de estacionamento.

3.3.2.4. Vantagens dos sistemas para as entidades gestoras de estacionamentos pagos em via pública

A primeira vantagem que deve ser referida está relacionada com a facilidade no pagamento do tempo de ocupação dos parques. Ao serem fornecidos mais e melhores meios de pagamento dos serviços prestados, assegura-se, ou pelo menos é potenciada a probabilidade de que este seja pago, já que o facto de apenas poder ser pago através de moeda, limitava de forma considerável a cobrança do serviço.

Por outro lado, a transmissão em tempo real de informação, permite às empresas gestoras dos lugares de estacionamento tomar decisões em tempo real, tratando os dados de forma a perceber quais as médias de ocupação e detetando variações ou anomalias que podem sugerir fuga ao pagamento do serviço, direcionando os recursos existentes no terreno para essas zonas.

3.3.1. OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Neste ponto pretende fazer-se uma reflexão sobre as principais vantagens e desvantagens de todos os métodos apresentados, sobre a forma como algumas ferramentas utilizadas em parques em espaços controlados podem ser transformadas e adaptadas ao estacionamento em via pública, que novas ferramentas podem ser implementadas e de que forma essa inovação se traduz em vantagens, quer para utentes, quer para as entidades que gerem esses mesmos lugares de estacionamento.

Numa primeira abordagem aos métodos de pagamento, as novas ferramentas disponíveis atualmente, traduziram-se num incremento considerável para o conforto e comodidade dos utentes, sendo também responsáveis pelo envio em tempo real da informação sobre o estado do estacionamento para as entidades gestoras. Um novo sistema deve ter em consideração os avanços alcançados nesta temática, implementando uma solução que providencie o mesmo grau de facilidade de utilização.

No entanto, existem funcionalidades, que se podem encontrar nos parques com acesso controlado, que não estão disponíveis para estacionamentos em vias públicas. São exemplo disso, os sistemas, descritos nos pontos acima, capazes de gerir a circulação de utentes no

interior dos parques, assim como fornecer informações, a esses mesmos utentes, sobre a disponibilidade de lugares, tanto individualmente, como por secções dos parques.

Do ponto de vista dos utentes, essa seria uma mais valia que faria todo o sentido introduzir nos estacionamentos em vias públicas. Senão vejamos, nas áreas mais congestionadas das cidades, a circulação ao redor de um qualquer ponto de interesse onde se pretenda estacionar o carro, além de contribuir de forma importante para um aumento desse mesmo congestionamento, representa um grande consumo de tempo, que pode ainda tornar-se inconsequente uma vez que, o utilizador pode acabar por estacionar a sua viatura num lugar mais afastado, ou optar por estacionar num parque privado. Assim, uma ferramenta que possa identificar a disponibilidade de lugares de estacionamento na zona definida como destino do utilizador, pode transformar-se numa grande mais valia. Pode argumentar-se que a existência de um lugar vago num momento, não implica que esse lugar continue vago no momento seguinte. No entanto, face a uma ocupação completa dos lugares de estacionamento na zona envolvente ao destino, o utilizador evita a procura desnecessária nessa mesma zona, evitando o aumento do congestionamento de trânsito e reduzindo o tempo perdido na procura de um lugar de estacionamento.

Analisando o ponto de vista das entidades gestoras destes lugares de estacionamento em vias públicas, facilmente se percebe a atuação dos seus agentes no terreno. Por um lado, procuram, viatura a viatura, os bilhetes com o comprovativo de pagamento do lugar que estas ocupam, sendo necessário confirmar a informação contida nesse mesmo bilhete, para aferir a sua validade. Por outro lado, quando os sistemas usados pelos utentes incluem aplicações móveis com pagamento através da introdução de dados de matrícula, devem confirmar, através de acesso a uma base de dados, matrícula a matrícula, quais as viaturas de um arruamento que se encontram com pagamento validado ou não.

Assim, um sistema baseado no pagamento do lugar físico e não na matrícula ou bilhete da viatura que o ocupam, pode trazer vantagens e uma grande otimização da operação destes agentes no terreno. O mesmo sistema que identifica a disponibilidade de lugares para os utentes, identifica o estado de ocupação dos mesmos para as entidades gestoras desses espaços. Alterando o sistema de pagamento por matrícula, para um sistema em que o utente paga o lugar físico que ocupa, as entidades gestoras desses lugares, recebem informação, em tempo real, sobre que lugares se encontram ocupados sem estarem a ser pagos, evitando rondas aleatórias por parte dos seus agentes, que passam a ser direcionados para casos concretos de infração.

4

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ELEMENTOS FÍSICOS DO SISTEMA

4.1. INTRODUÇÃO

O propósito deste capítulo prende-se com as diversas hipóteses que devem ser analisadas e consideradas para uma possível implementação de um sistema deste género. Mais concretamente, com os requisitos necessários para a identificação da disponibilidade dos lugares de estacionamento, o envio destas informações ao sistema, a alimentação do sistema e a sua proteção, as soluções a considerar, vantagens e desvantagens de cada solução, assim como um enquadramento legal das possibilidades analisadas.

4.2. CENÁRIO IDEAL

Importa, antes de qualquer consideração sobre as soluções a analisar e eventualmente adotar, perceber concretamente em que consiste o sistema idealizado e qual o seu funcionamento, independentemente da disponibilidade ou limitação da tecnologia existente à data.

Descrevendo o sistema como um todo, o cenário ideal para o seu funcionamento oferece as seguintes características:

- 1) Através de um conjunto de sensores ou outro sistema implementado na via pública, lê e identifica os lugares de estacionamento, assim como o seu estado – livre ou ocupado;

- 2) Um sistema de códigos alfanuméricos, ou qualquer outro que sirva o mesmo propósito, identifica cada um dos lugares de estacionamento. Assumindo, apenas como forma de facilitar um exemplo, que cada lugar é representado por um código de duas letras e três algarismos (possibilitando a criação de 529000 hipóteses distintas), marcado no lancil ou em lugar visível facilmente associável ao estacionamento em causa;

- 3) Através de uma aplicação disponível para “smartphone”, os utentes obtêm informação sobre a disponibilidade de lugares de estacionamento da zona envolvente àquela para onde se pretendem deslocar;

- 4) Através da mesma aplicação, os utentes efetuam o pagamento do lugar de estacionamento que ocupam, prevendo todas as funcionalidades já existentes atualmente, ou seja:
 - Pagamento através de aplicação móvel, quer através de associação a uma conta bancária, ou pelo carregamento prévio da conta associada à aplicação;
 - Possibilidade de alargar o período de ocupação através da aplicação;
 - Apenas paga o tempo real de ocupação;
 - Juntamente com as empresas de gestão do estacionamento em vias públicas, podem ser concebidos outros sistemas de pagamento, como por exemplo, reconversão dos parquímetros existentes para funcionarem com identificação do lugar de estacionamento e envio dessa informação em tempo real para a empresa, ou um sistema de pagamento através de SMS;

- 5) Ao invés da introdução da informação referente à matrícula, a aplicação necessitará da introdução do código associado ao lugar de estacionamento que foi ocupado. Assim, a informação a introduzir pelo utente acaba por ser mais simples do que a introdução da sua matrícula;

- 6) Através de uma aplicação semelhante à fornecida ao utente, o sistema fornece ao agente da entidade gestora do estacionamento em vias públicas, informação em tempo real sobre o estado de todos lugares de estacionamento (livre ou ocupado) e o respetivo estado de pagamento. Pode ainda fornecer informação sobre uma eventual anomalia de funcionamento do sistema. Esta aplicação, construída apenas para utilização destes agentes, permite otimizar a sua operação no terreno;

- 7) Toda a informação referente à gestão dos estacionamentos, quer seja referente à ocupação ou ao pagamento, fornecendo detalhes sobre cada lugar individualmente, é enviada em tempo real para as entidades responsáveis pela sua gestão, permitindo um detalhe na análise de dados que até agora era impossível, podendo servir como base para decisões estratégicas.

4.3. TECNOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE LUGARES DE ESTACIONAMENTO

Existem uma série de tecnologias capazes de responder ao desafio de identificar cada lugar de estacionamento de forma individual, além de analisarem o seu estado, quer esteja ocupado ou livre. O autor selecionou e analisou três hipóteses de materialização desta componente do sistema, justificando as vantagens e desvantagens de cada uma.

Os requisitos que devem ser cumpridos por qualquer uma das tecnologias em análise, são listados de seguida:

- Facilidade em isolar cada lugar de estacionamento de forma independente;
- Facilidade na determinação do estado, ocupado ou livre, de cada lugar de estacionamento;
- Uma vez que serão instalados na via pública, devem ser resistentes à água ou deve ser possível instalá-los por forma a que sejam protegidos e isolados da presença de água;
- Deve ser possível protegê-los de vandalismo, quer por serem inacessíveis, quer por estarem mecanicamente protegidos;

4.3.1. SENSORES INFRA VERMELHOS

A utilização de tecnologia associada à radiação infravermelha é habitual na nossa sociedade. Este tipo de tecnologia é a base da comunicação entre comandos remotos e televisores, servindo ainda para transmissão de informação entre dispositivos móveis, e sensores de movimento utilizados em sistemas de alarme.

A utilização desta tecnologia tornou-se muito abrangente, dadas as características da radiação infravermelha: a frequência das ondas infravermelhas é mais baixa do que a que pode ser captada pelo olho humano e, uma vez que não são ionizadas, não apresentam qualquer malefício para a saúde.

Como componente do sistema que se pretende analisar nesta dissertação, as suas características não permitem que seja utilizado por forma a identificar uma série de lugares de estacionamento, muito menos estabelecer o seu estado de ocupação. Pode sim, através da instalação de um sensor em cada lugar de estacionamento, servir como sensor de distância, assumindo que, para uma gama de valores, o estacionamento se encontra ocupado e que, caso o valor se encontre fora desse intervalo, o lugar se encontra livre.

Tomando como exemplo o sensor “IR Range Sensor – Sharp 20 cm – 150 cm” (Figura 11), cuja ficha técnica é disponibilizada em anexo desta dissertação, é o tipo de sensor que poderia ser configurado para cumprir o objetivo acima descrito.

Este tipo de sensores permitem ler, continuamente, a distância dos objetos situados diretamente à sua frente e reporta essa distância como voltagem analógica com um alcance variável entre 20 e 150 centímetros.



Figura 11 – Sensor de distância – Sharp 20 cm – 150 cm. (fonte: (Cool Components, 2016))

4.3.1.1. Vantagens da utilização de sensores Infravermelhos

Apesar do curto alcance destes sensores, a gama de distâncias é suficiente para a operação em causa já que, caso seja instalado no passeio, os carros ficam situados juntos ao mesmo ou, caso se opte por uma instalação no solo, por baixo das viaturas, a gama de distâncias continua a ser suficiente.

Nesse caso, os sensores poderiam ser programados para indicarem, para distâncias superiores a 150 cm, que o estacionamento se encontra livre e, para distâncias inferiores, que este se encontra ocupado.

Outra vantagem associada a este tipo de sensores prende-se com o seu custo. Apesar de ser necessário um conjunto que permita conjugar a instalação do sensor, com um controlador que seja capaz de interpretar a informação captada pelo sensor, uma fonte de alimentação e/ou bateria e um sistema de comunicação de informação, o custo associado apenas ao sensor é baixo. O sensor indicado na Figura 11 apresenta um custo a rondar os 10€ estando, no entanto, a referir-se a material utilizado habitualmente na construção de protótipos e não em material

produzido em série, para uma utilização específica e vendido em grandes quantidades. Assim, é expectável que o preço real do sensor para utilização num caso semelhante ao apresentado seja bastante inferior.

O consumo energético destes sensores apresenta-se como vantagem e desvantagem. Por um lado, apresentam consumos muito reduzidos. Por outro lado, o facto de lerem de forma contínua, impossibilita a realização de medições a pedido, mantendo o sensor em constante funcionamento, ou seja, em constante consumo. No entanto, quer através da programação do controlador, quer através de outros sensores existentes no mercado que possibilitem essa funcionalidade, pode solicitar-se medição de distância pontuais, a intervalos de tempo de 30 segundos por exemplo, reduzindo de forma considerável o consumo de energia associado ao funcionamento do sensor.

As dimensões dos sensores representam um aspeto importante a ter em conta já que, uma vez que necessitam de ser instalados numa zona de lancil ou na zona do pavimento, a sua dimensão influenciará a área de intervenção necessária. Mais uma vez, utilizando como base o tamanho dos sensores já referidos (Cool Components, 2016) e lembrando o facto de se tratarem de um produto utilizado na construção de protótipos, as suas dimensões máximas de 4 por 2,2 cm demonstram a escala reduzida deste tipo de acessórios.

4.3.1.2. Desvantagens da utilização de sensores Infravermelhos

Uma das principais desvantagens de uma solução com base na utilização deste tipo de sensores está relacionada, tal como foi referido anteriormente, na necessidade de proceder à instalação de um sensor por cada lugar de estacionamento, uma vez que um único sensor, ou mesmo um conjunto de sensores numa única localização, será incapaz de controlar uma série de lugares de estacionamento.

Apesar de a radiação infravermelha ser invisível ao olho humano, qualquer barreira opaca, com capacidade para refletir ou refratar luz, torna-se um obstáculo ao funcionamento do sensor. Uma vez que este seria instalado ao nível do passeio/lancil ou ao nível do pavimento, apesar de uma possível proteção mecânica, seria ainda necessário salvaguardar a transparência desta. Assim, este tipo de solução é facilmente sujeito a vandalismo, através da obstrução da luz à lente do

sensor, ou vulnerável a um acumular de sujidade, principalmente no caso de a instalação ser realizada ao nível do pavimento.

4.3.2. CÂMARAS CCTV

A utilização de câmaras como elementos de circuitos fechados de televisão, “*Closed-Circuit Television*” (CCTV) na língua inglesa (Figura 12), é habitualmente utilizada com objetivos relacionados com a vigilância e a segurança. Esta tecnologia é materializada através da utilização de câmaras de vídeo que transmitem o seu sinal para um ponto específico, apesar de poder ser entre dois pontos fixos (P2P), de um ponto fixo para múltiplos pontos (P2MP), ou através de uma rede ligada através de comunicação wireless. Assim, difere do sinal emitido para televisão uma vez que o seu sinal não é aberto.

Apesar de qualquer câmara poder ser utilizada para este fim, as câmaras usadas em sistemas CCTV são, habitualmente, desenvolvidas para esse fim específico. Estes sistemas podem ser desenhados para o fim a que se destinam, podendo existir diferentes sistemas implantados com especificidades completamente distintas.

Como exemplos da aplicação destes sistemas, temos a utilização para vigilância, o caso mais comum de aplicação destes sistemas, tanto de bancos, casinos, aeroportos, instalações militares e lojas de conveniência (Wikipedia, 2016). Em instalações industriais, este tipo de sistemas pode ser utilizado para observar e controlar partes, ou a totalidade de um processo, através de uma central de comando, por exemplo, quando o ambiente da zona onde decorre esse processo é impróprio para a presença de humanos.

Outro aspeto importante destes sistemas passa pela capacidade de operarem de forma contínua ou por solicitação, característica que será analisada nos pontos que se seguem.

Existem características destes sistemas que, apesar de não serem diretamente relevantes para a função pretendida no desenvolvimento desta dissertação, importa enumerar. Existe por exemplo a possibilidade de dotar o sistema de DVRs, gravadores de vídeo digitais, capazes de gravar durante vários anos, com uma vasta gama de opções de qualidade e performance, assim como funcionalidades extra (tais como deteção de movimentos e envio de emails de alerta). Percebe-se assim que é possível programar estes sistemas por forma a analisar as imagens que estão a ser recolhidas pelas câmaras.



Figura 12 – Exemplo de uma câmara utilizada num sistema CCTV. (fonte: (Zimcos, s.d.))

4.3.2.1. Vantagens da utilização de sistemas CCTV

Tal como se pode verificar através de uma análise aos pontos 4.3.1. e 4.3.3. desta dissertação, os sensores infravermelhos e os sensores ultrassom implicam a instalação de unidades individuais para cada lugar de estacionamento que se pretenda rastrear. Uma das principais vantagens da utilização desta solução, prende-se com a capacidade de observar uma série de lugares, dependendo da geometria que apresenta o estacionamento e do espaço disponível para colocação da câmara, com a implementação de um único instrumento (câmara).

Na Figura 13, apresenta-se a representação de uma forma de materialização de um sistema de identificação de lugares de estacionamento, assim como do seu estado de ocupação, com base em tecnologia CCTV. Pretende-se ilustrar nessa figura, um exemplo de como uma única câmara, através de uma colocação estudada, por forma a maximizar o número de lugares, pode fornecer informações sobre um conjunto de lugares de estacionamento.

É apenas graça à possibilidade de recorrer a programas informáticos para analisar as imagens transmitidas através de uma câmara, incluída num sistema CCTV, que se torna viável a opção deste tipo de tecnologia como solução para o problema em análise.

Uma vez que estas câmaras podem fornecer informação apenas quando solicitado, tal como referido no ponto anterior, é possível programar o sistema para que verifique o estado dos lugares de estacionamento a períodos pré-definidos, reduzindo o consumo energético associado à operação da câmara e ao envio de informação.

Este tipo de soluções permite ainda afastar o sensor, neste caso a câmara do sistema CCTV, da zona de circulação das viaturas por um lado e, por outro, do acesso por parte de quem pretenda manipular ou vandalizar o sistema.

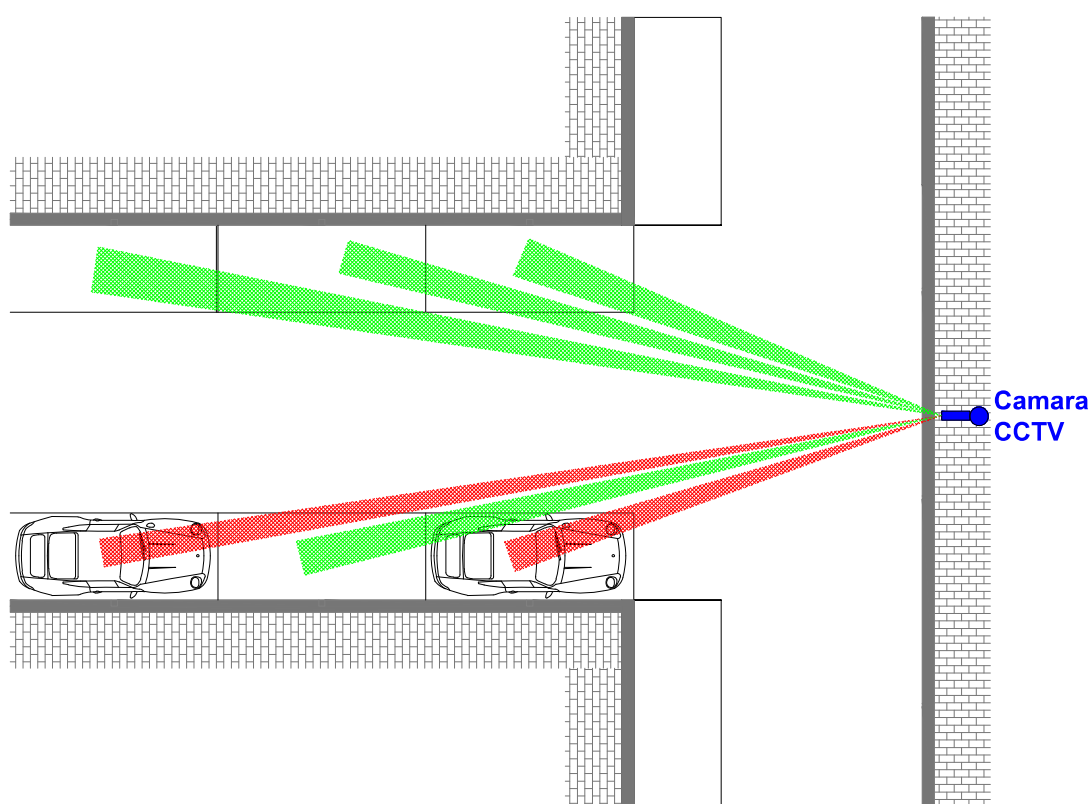


Figura 13 - Representação de uma forma de materialização de um sistema de identificação de lugares de estacionamento, assim como do seu estado de ocupação, com base em tecnologia CCTV.

4.3.2.2. Desvantagens da utilização de sistemas CCTV

Apesar das vantagens associadas a este sistema, existem algumas desvantagens que podem pesar na consideração desta solução.

Em primeiro lugar importa salientar que a colocação de câmaras em via pública se encontra fortemente regulamentada. A Lei nº 67/98 de 26 de Outubro, lei da proteção de dados pessoais, que transpõe para a Ordem Jurídica Portuguesa a diretiva 95/46/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 24 de Outubro de 1995, relativa à proteção das pessoas singulares e à livre circulação desses dados (Comissão Nacional de Protecção de Dados, 2016), remete para os cuidados e condições de aplicação de câmaras de vigilância em via pública.

Tal como indicado no ponto 3.3.2.1. desta dissertação, a não comunicação e posterior auditoria de um sistema que capte, trate e difunda sons e imagens que permitam identificar pessoas, pode implicar a suspensão do seu funcionamento por parte da CNPD (Comissão Nacional de Proteção de Dados) no caso de não estarem reunidas as condições necessárias ao seu correto funcionamento. Apesar de não ser alvo do sistema, a identificação individual das viaturas, tal como os sistemas existentes atualmente, não deixa de ser necessário um trabalho minucioso na implementação de um sistema deste género, devendo recorrer-se desde o início ao auxílio da CNPD para que possa respeitar todos os tramites legais.

Existe ainda a possibilidade de ser necessário instalar câmaras em zonas com edifícios públicos, como tribunais, hospitais, esquadras policiais, etc. Estes casos configuram situações especiais que devem ser analisadas individualmente. No entanto, este pormenor não deve deixar de ser referido e visto como uma potencial desvantagem. O processo de implementação de um sistema recorrendo a CCTV é, sem dúvida, mais burocrático que a opção por sensores infravermelhos ou ultrassom.

Pretende-se que o sistema funcione em perfeitas condições, tanto durante o dia como de noite, e não apenas durante os horários em que o pagamento do estacionamento é cobrado. A maioria das câmaras que não possuem modos noturnos, são incapazes de garantir a correta identificação dos lugares de estacionamento, mesmo em casos de lua cheia (não é considerada a iluminação pública uma vez que é bastante distinta de zona para zona, além de poder influenciar negativamente o funcionamento dos sensores das câmaras) (BSc, 2016).

No entanto, existem câmaras no mercado com a indicação de que funcionam em ambientes “zero lux”, ou seja, em ambientes em que não existe qualquer fonte luminosa. O que realmente representa esta indicação é que, as câmaras são sensíveis a radiação infravermelha e possuem um modo de funcionamento noturno. Nestas situações, devem ser utilizadas lâmpadas de infravermelhos, que podem ser ligadas sempre que for solicitada uma leitura do estado do estacionamento a uma câmara, durante o período noturno (Figura 14), por forma a garantir o correto funcionamento do sistema.



Figura 14 - Exemplo de colocação de lâmpadas de infravermelhos em conjunto com uma câmara Samsung minidome. (fonte: (BSc, 2016))

Apesar do facto de poder ser utilizada programação para analisar os lugares de estacionamento, tal como já foi referido, cada câmara e cada caso necessitam de ser programados individualmente, identificando manualmente, na fase de instalação, cada lugar de estacionamento a considerar pelo sistema, dadas as características individuais que cada zona terá. Assim, apesar de ser possível instalar um único posto capaz de abarcar um conjunto de lugares, a sua configuração pode tornar-se mais complexa e morosa do que o caso dos sensores a instalar em cada lugar.

Em relação ao preço desta solução, é difícil para o autor estipular um valor médio, já que as características das câmaras a adotar podem ser muito variáveis e devem ser escolhidas de acordo com a zona em que serão instaladas. Algumas das características a ter em conta são (constructionhome.net, 2016):

- Área de cobertura;
- Largura do campo de visão;
- Distância;
- Tipo de Câmara (forma de caixa, forma de bala, forma de cúpula, câmaras controláveis remotamente);
- Resolução;
- Transmissão de dados convencional ou wireless;
- Invólucro (proteção contra humidade, poeiras, temperatura, etc.);
- Luminosidade

Este aspeto é elencado no ponto referente às desvantagens já que, o facto de não ser possível definir um valor médio para este tipo de equipamentos, impossibilita uma comparação direta entre os custos das diferentes soluções.

Por fim, referir apenas que, apesar das câmaras serem colocadas em zonas afastadas da circulação e fora do alcance direto de qualquer transeunte, a sua proteção mecânica pode revelar-se mais onerosa ou mais difícil de manter no caso de vandalismo. As câmaras se por um lado necessitam de que a visibilidade seja total para poderem operar, estando sujeitas aos mesmo condicionalismos dos sensores infravermelhos, por outro, encontram-se mais expostas do que os sensores que, ao serem instalados nos lancis ou no pavimento, ficam com uma única face visível, estando o restante corpo embutido. Ficam assim mais vulneráveis a serem danificadas.

4.3.3. SENSORES ULTRASSOM

A tecnologia ultrassom recebe seu nome por se basear num som emitido a uma frequência superior àquela que o ouvido humano pode perceber, aproximadamente 20.000 Hz. Assim, dispositivos ultrassônicos operam desde uma frequência de 20 kHz até vários GHz (Wikipedia, s.d.).

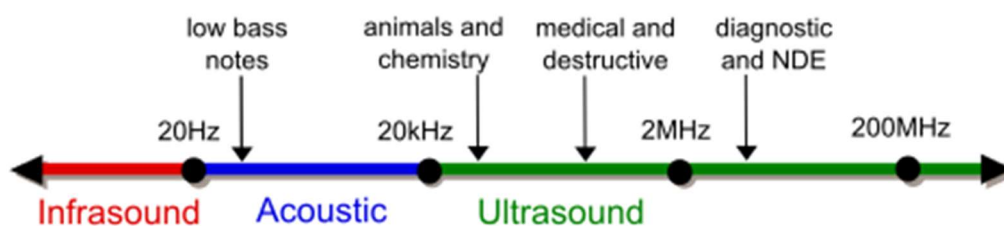


Figura 15 – Níveis de frequências e suas aplicações. (fonte: (Wikipedia, s.d.))

Os ultrassons, mesmo quando emitidos em frequências muito elevadas, não são prejudiciais ao homem, já que a sua propagação no ar é limitada. O desenvolvimento desta tecnologia foi largamente impulsionado durante a Segunda Guerra Mundial, sendo o sonar um instrumento criado a partir da tecnologia ultrassom. O sonar permite não só detetar objetos imersos em água, como no caso dos submarinos, como permite ainda avaliar a profundidade dos mares.

Existem diversas aplicações para esta tecnologia, dependendo da intensidade a que é emitida a onda. Para intensidades mais baixas, tem o propósito de transmitir energia através de um meio, obtendo dessa forma informações sobre o mesmo. Como exemplo de algumas dessas aplicações podem ser referidos os ensaios não destrutivos de materiais, medição de propriedades elásticas dos materiais e diagnóstico médico (ebah, 2016). Este grau de intensidade ultrassom será utilizada no presente caso, com o objetivo de medir distâncias entre os sensores e obstáculos que sejam colocados na direção em que se emitem as ondas ultrassom. A aplicação de ultrassom de alta intensidade tem como objetivo produzir alteração do meio através do qual a onda se propaga. Como exemplo dessas aplicações podem citar-se: terapia médica, atomização de líquidos, limpeza por cavitação, rutura de células biológicas, solda e homogeneização de materiais.

No caso da utilização de sensores ultrassom, uma vez que as zonas de instalação previstas serão semelhantes às consideradas para os sensores infravermelhos e, dada a impossibilidade de os instalar numa câmara estanque (para os sensores infravermelhos basta que apenas uma das faces seja transparente e permita a passagem de luz), a escolha deve recair sobre gamas de sensores classificados como IP68, capazes de ser totalmente imersos em água e continuarem a funcionar corretamente.

Um exemplo desses sensores é o ToughSonic 14, fornecido pela Senix. Este sensor apresenta um alcance máximo de 4,3 metros, suficiente para a aplicação desejada. A ficha técnica deste sensor pode ser consultada na secção desta dissertação reservada para anexos. Pode considerar-se um sensor bastante mais complexo do que o exigido para a situação em análise, visto no presente caso não ser valorizada a sua precisão. O sensor apenas irá identificar a presença ou ausência de um obstáculo, no espaço que se encontra imediatamente adjacente ao próprio sensor, pouco interessando a distância exata a que este obstáculo se encontra.

Com vista à elaboração de uma proposta de implementação real, um exigente estudo de mercado deve ser levado a cabo com vista à otimização de custos, face às características realmente necessárias para a aplicação em causa. No âmbito desta dissertação, importa perceber que existe no mercado tecnologia disponível para o que se pretende analisar, mais concretamente, sensores ultrassom com capacidade para suportarem imersão em água.



Figura 16 – Tough Sonic 14 – Sensor ultrassom com certificado IP68. (fonte: (Senix, 2016))

4.3.3.1. Vantagens da utilização de sensores ultrassom

Tal como foi referido na análise feita para os sensores infravermelhos, a gama de distâncias em que operam os sensores ultrassom é suficiente para a operação em causa. Apesar de existirem sensores com gamas de distâncias inferiores a 1 metro, estes são habitualmente altamente sensíveis, aspeto que não tem qualquer influência neste contexto. Exceto o caso mencionado, os sensores ultrassom comercialmente disponíveis dispõem de gamas de distâncias superiores às encontradas nos sensores infravermelhos.

Os sensores ultrassom apresentam ainda uma vantagem em relação aos sensores infravermelho. Ao invés da emissão de um feixe concentrado de luz, emitem uma onda de som, capaz de abarcar uma área mais ou menos extensa, dependendo do sensor escolhido e do seu feixe padrão, facilitando a deteção de viaturas de diferentes tamanhos como, por exemplo, o caso de motociclos. Reduz ainda a hipótese de falha de identificação de uma viatura por desvio do feixe.

Ao contrário dos sensores infravermelhos, a operação destes sensores pode ser facilmente definida para ser efetuada a pedido, possibilitando uma economia de consumo energético. De qualquer forma, o consumo energético deste tipo de equipamentos é bastante otimizado.

Uma vez que a utilização deste tipo de tecnologia não necessita de envio de sinais luminosos, o problema existente nos sensores infravermelhos, relacionado com a garantia de uma boa visibilidade entre o sensor e o obstáculo a identificar (viatura), não existe nesta opção. Assim, optando por um sensor que cumpra a certificação IP68, apenas é necessário garantir a proteção mecânica do mesmo, através de uma barreira acusticamente transparente, ou seja, uma barreira feita de um material que permita a passagem de som de forma bidirecional. Estes materiais podem ser tecidos (tais como os habitualmente utilizados para revestir a colunas dos aparelhos Hi-Fi) ou telas e malhas metálicas ou plásticas. Na figura que se segue apresentam-se alguns exemplos destes materiais.



Figura 17 – Exemplos de materiais e aplicações de barreiras acusticamente transparentes. (fonte: (Maxbotix, 2016).

Uma vez que a exposição deste tipo de sensores ao meio será extremamente reduzida (apenas uma face do sensor será exposta, no exemplo do sensor Tough Sonic 14, a área exposta é a de um círculo com raio 2,6 cm), pode ser facilmente protegida por uma grelha ou, por forma a melhorar o grau de proteção do sensor, pode ser instalado de maneira a que a grelha de proteção não fique à face da abertura onde é instalado o sensor, como se pretende ilustrar na Figura 18. A mesma opção pode ser utilizada no caso de o sensor ser instalado na zona de circulação de viaturas.

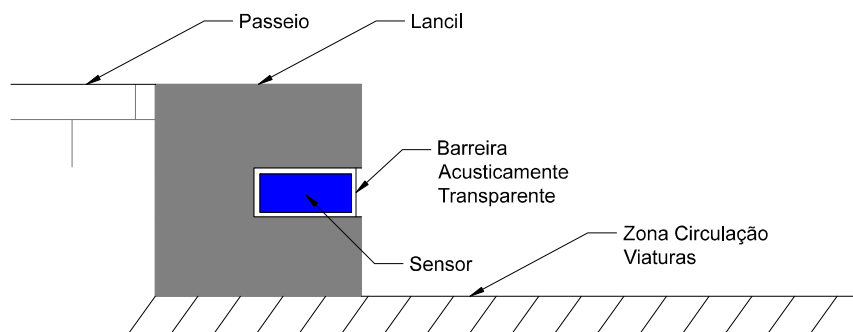


Figura 18 – Exemplo de forma de materialização da instalação de um sensor ultrassom, na zona de lancil, estando a barreira acusticamente transparente colocada de forma a ficar protegida pela mesma abertura onde é instalado o sensor.

A par da exposição reduzida, graças à pequena dimensão de uma das suas faces, o corpo destes sensores, apesar de apresentarem dimensões habitualmente superiores às dos sensores infravermelhos, continua a possibilitar a instalação sem realizar intervenções profundas nas estruturas já existentes. Na realidade, estas intervenções dependem mais da forma como a informação será comunicada ao sistema central, do que no tipo de sensores instalados, assunto que será abordado num ponto posterior desta dissertação.

Nas figuras que se seguem, apresentam-se as duas possíveis soluções de aplicação de sensores (tanto infravermelho como ultrassom), abordadas nesta dissertação, como forma de clarificar o conceito elaborado.

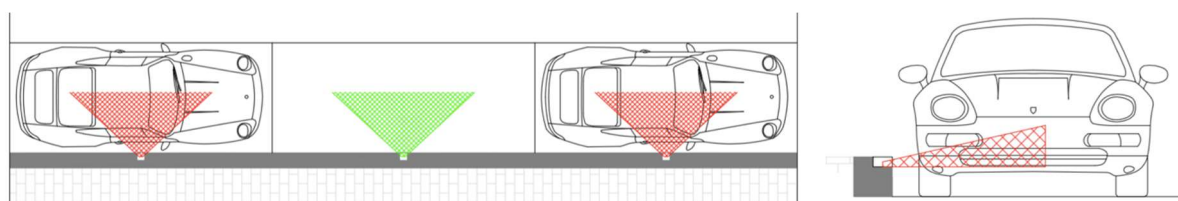


Figura 19 – Aplicação de sensores nos lancis dos lugares de estacionamento.

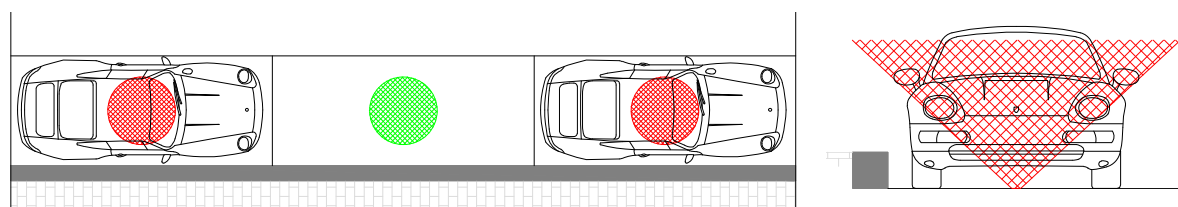


Figura 20 – Aplicação de sensores ultrassom no pavimento.

Em relação ao custo associado aos sensores ultrassom, e de acordo com a pesquisa realizada numa série de fornecedores, considerando as características técnicas de cada produto, pode considerar-se um valor, de cerca de 85€, para servir como base de comparação entre esta opção e a de utilização de sensores infravermelhos.

4.3.3.2. Desvantagens da utilização de sensores Ultrassom

A principal desvantagem desta solução é semelhante à da opção por sensores infravermelhos: requer a aplicação de um conjunto sensor, alimentação, controlador e sistema de comunicação por cada lugar de estacionamento.

O preço é também uma desvantagem visto ser superior ao de uma solução com base em sensores infravermelhos.

4.4. TECNOLOGIA PARA COMUNICAÇÃO DE INFORMAÇÃO AO SISTEMA

Atualmente, as soluções para envio e receção de dados de forma segura, rápida, e em grandes quantidades, são de tal forma diversificadas que é praticamente certo existir uma que se adegue a cada desafio particular.

O interesse pela internet e pela “Internet das Coisas” (IoT – Internet of Things, em inglês) tem gerado um enorme desenvolvimento desta área. A capacidade para conectar de forma fácil e eficiente, qualquer tipo de aparelho, instrumento ou simples objeto a uma rede de partilha de informação, quer para que estes sejam controlados remotamente, quer para que enviem informações que recolhem para um sistema central é, nos dias de hoje, uma certeza e uma constante.

No caso concreto em análise, apesar da grande gama de soluções que pode ser considerada como hipótese, o autor decidiu abordar a análise de três perspetivas: solução wireless, solução com ligação física e solução mista.

A solução escolhida neste campo é sempre influenciada pela escolha pretendida para a componente que fará a identificação do estado de ocupação dos lugares de estacionamento. Para o caso dos sensores infravermelho ou ultrassom, o custo da solução será multiplicado por um fator muito superior ao do caso da opção por um sistema CCTV. Assim, a abordagem dos pontos que se segue focará especialmente a análise feita para o caso dos sensores, sendo que as vantagens e desvantagens de cada hipótese são replicadas, com menos expressão, para o caso do sistema CCTV.

4.4.1. SOLUÇÃO ATRAVÉS DE LIGAÇÃO FÍSICA

A escolha de uma solução de comunicação da informação recolhida pelos sensores até ao servidor central através de uma ligação física apresenta condicionantes que, quer do ponto de vista operacional, quer do ponto de vista económico, podem inviabilizar todo o processo.

Na realidade, seria necessário instalar toda uma nova rede dentro das cidades, partindo de cada lugar de estacionamento, até às instalações do servidor central. A complexidade de uma rede deste género e as dificuldades na implantação são de tal ordem que esta hipótese apenas pode ser considerada caso não se encontre outra solução mais eficiente.

4.4.2. SOLUÇÃO ATRAVÉS DE LIGAÇÃO WIRELESS

As ligações wireless são uma tecnologia que se tem vindo a desenvolver da forma acelerada. Vejamos a quantidade de possibilidades existentes nos dias de hoje para transmissão de informação através de sistemas sem fios: NFC (Near Field Communication), Bluetooth (incluindo Bluetooth de baixa energia LE), WiFi, ANT e ANT+ (protocolos de envio de informação sem fios de muito baixo consumo energético), ZigBee, Radio Frequência para Eletrónica de Consumo (RF4CE), “Radio Frequency Identification” (RFID), entre outros. As possibilidades são realmente abrangentes e aumentam quando se consideram combinações das hipóteses apresentadas.

O autor decidiu apresentar as seguintes abordagens:

- Solução independente por sensor/câmara, em que cada um é dotado de uma forma de envio de informação diretamente para o servidor central;
- Solução intermédia, através da criação de postos coletores de informação e posterior envio para o servidor central.

4.4.2.1. Solução Independente por Sensor/Câmara

Num cenário de comunicação independente para cada sensor/câmara, uma das soluções mais práticas e eficientes, passa pela aplicação de módulos de comunicação GPRS, operáveis através de um cartão “Subscriber Identity Module” (SIM) de qualquer operadora telefónica, a cada um destes conjuntos que constituem o sistema de identificação do estado de lugares de estacionamento.

Esta solução apresenta o aspeto conveniente de se poder dimensionar um circuito elétrico para a solução pretendida que inclua de raiz um módulo de comunicação semelhante. Esta característica pode revelar-se importante, tanto por possibilitar uma forma de reduzir custos associados à compra de elementos independentes que se juntam para formar um sistema, como pela possibilidade de desenhar um circuito e um sistema que se adapte à forma que menor impacto provoque na fase de implementação do sistema. Como se pode perceber, esta característica apenas pode ser vista como mais valia para o caso da escolha por sensores infravermelhos ou ultrassom.

Sob o ponto de vista do consumo energético, o canal de comunicação com o servidor central deve estar sempre operacional, apesar do sensor poder funcionar apenas sob pedido. Isto deve-se à necessidade de levar a cabo diagnósticos sobre o estado de cada elemento que compõe um sensor, por parte do servidor central, por forma a assegurar o correto funcionamento de toda a rede de sensores. Assim, importa que no processo de escolha das hipóteses existentes no mercado para materializar uma solução de comunicação como a descrita, não se despreze o peso da eficiência energética deste módulo.

Em relação ao preço destes componentes, a pesquisa de mercado realizada mostra que, para efeitos de construção de protótipos, estes módulos custam cerca de 80€ (Figura 21). Tal como já referido para o caso dos sensores infravermelhos e ultrassom, o preço dos componentes associados à prototipagem assume valores superiores aos de um componente preparado para um produto específico, já que incluem funcionalidades ou capacidades que não são aproveitadas em todos os casos.

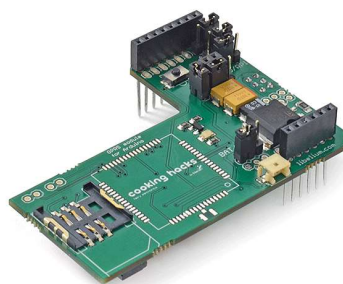


Figura 21 – Módulo para comunicação 3G (GPRS) utilizado na construção de protótipos.
(fonte: (Cooking Hacks, s.d.))

4.4.2.2. Solução Intermédia

Esta hipótese é considerada pelo autor como tentativa de otimizar o custo associado à implementação de uma forma de comunicação entre os sistemas que identificam o estado dos lugares de estacionamento e o restante sistema.

A ideia passa pela utilização de postos fixos, situados na zona próxima aos sensores instalados nos lugares de estacionamento, que recolheriam a informação desses sensores e a enviaria posteriormente para todo o sistema (Figura 22).

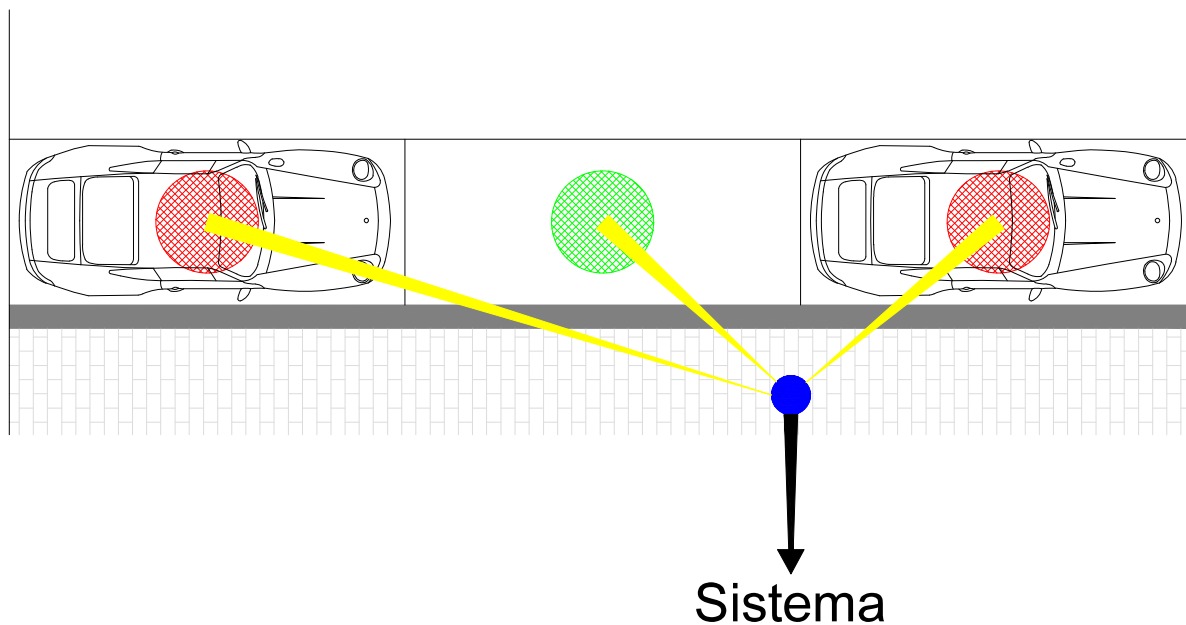


Figura 22 – Exemplo de utilização de um posto de reunião de informação de sensores individuais e reenvio para o sistema (servidor central).

Uma forma de materializar tal hipótese pode passar pela aplicação de módulos transceptores de ondas de rádio frequência para cada sensor e de um ou mais módulos transceptores de ondas de rádio frequência no posto de receção, representado na Figura 22 por um círculo azul. Esta solução pode apresentar reduções consideráveis no custo dos conjuntos que formam os sensores de estacionamento, assim como no espaço que estes ocupam.

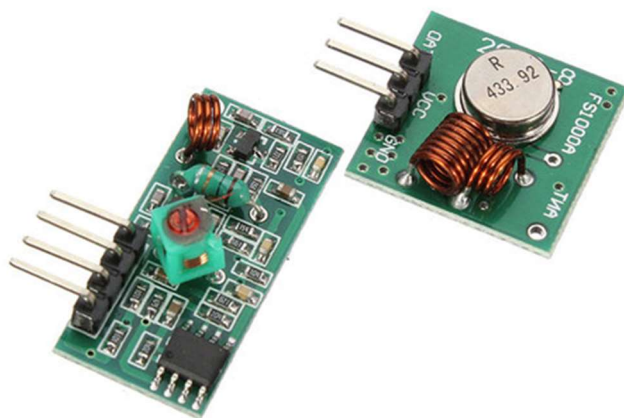


Figura 23 – Exemplo de um conjunto emissor/recetor (transceptor) de ondas de rádio frequência. (fonte: (FilipeFlop, s.d.)

Na Figura 23 apresenta-se um destes conjuntos emissor/recetor (transcetor) de ondas de rádio frequência, com alcance de até 200 metros, implicando uma área de influência de cada posto de receção de informação de 400 metros. O preço apresentado no mercado, para cada um destes conjuntos, é de cerca de 10€, preço bastante inferior ao preço de 80€ associado a cada módulo de comunicação 4G.

É de suma importância que cada sensor possa receber informação do servidor central que gere o sistema para efeitos de diagnóstico. Daí a necessidade de um módulo transcetor e não apenas um módulo emissor.

4.4.3. SOLUÇÃO MISTA - ATRAVÉS DE LIGAÇÃO WIRELESS E LIGAÇÃO FÍSICA

A solução mista apresentada pelo autor é baseada na solução intermédia apresentada no ponto 4.4.2.2 desta dissertação. Utiliza, tal como a solução referida, um posto de receção de informação de cada sensor, que comunica via tecnologia wireless com o restante sistema. No entanto, o canal de comunicação entre os sensores e o posto é materializado através de uma ligação física.

Esta vertente é considerada uma vez que, apesar de implicar uma intervenção mais profunda, aquando da instalação do sistema, uma vez que será necessário criar uma rede fixa, enterrada, que ligue esse posto de receção a cada um dos sensores, apresenta vantagens em termos de fiabilidade da comunicação, não estando sujeita por exemplo, ao mesmo tipo de interferências a que está a tecnologia de rádio frequências.

4.5. ALIMENTAÇÃO DOS SENSORES E/OU CÂMARAS

Uma das características que tem sido apontada para cada uma das soluções abordadas ao longo deste capítulo prende-se com o consumo energético. Este, pode muito bem ser um fator crítico na viabilidade de um sistema como o que se apresenta neste trabalho. Por um lado, é claro que é necessário um meio para alimentar o sistema de sensores, por outro lado, uma ligação de cada sensor à rede implica uma intervenção de fundo na área de implementação do sistema.

Como alternativa a esta solução, o autor apresenta o recurso a um sistema composto por painéis solares e baterias, integrados no circuito que compõe o conjunto responsável pela identificação do estado de ocupação dos lugares de estacionamento. Apesar de o correto dimensionamento de um painel solar e respetiva bateria não estarem no âmbito deste trabalho, importa definir as características que o sistema deve respeitar:

- Potência suficiente para alimentar os componentes do sistema que identifica o estado de ocupação dos lugares de estacionamento:
 - Controlador;
 - Sensor infravermelho/ultrassom;
 - Sistema de comunicação de dados.
- Capacidade para alimentar o sistema durante um período de doze horas.

A capacidade para alimentar o sistema durante o período de doze horas prende-se com a necessidade de manter o sistema a operar durante o período noturno.

Uma vez que, uma das hipóteses discutidas neste trabalho implica a instalação de sensores na zona do pavimento, ficando situado por baixo das viaturas aparcadas, a localização do painel solar deve prevalecer face à colocação do sensor. Uma possível solução para este problema poderá ser a realocização dos sensores na zona exterior ao lugar de estacionamento, possivelmente instalando o sensor com determinada inclinação, por forma a garantir a correta identificação do estado do lugar de estacionamento (Figura 24).

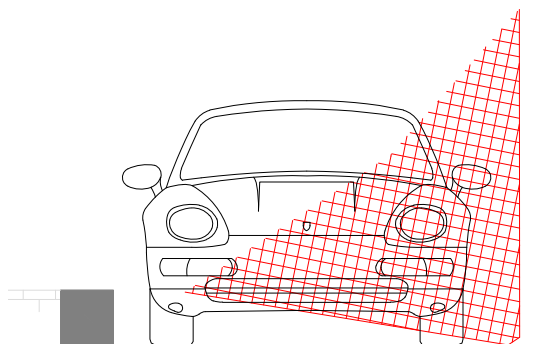


Figura 24 – Alteração do posicionamento do sensor, na zona do pavimento, com o objetivo de possibilitar a alimentação energética do sistema através de painel solar.

Apesar de existirem inúmeras soluções no mercado, com painéis solares com proteção mecânica incluída, por forma a poderem ser aplicados ao nível dos pavimentos, não pode ser ignorado o fato de estes estarem sujeitos à mesma condicionante dos sensores infravermelhos, ou seja, da necessidade de manter a proteção mecânica o mais transparente possível para que se possa garantir o correto funcionamento do sistema.

Outra hipótese a considerar, no caso da aplicação da solução descrita no ponto 4.4.3., será a aplicação de painéis solares num posto de recolha de informação dos sensores e, numa mesma intervenção, instalar a ligação física dos sensores ao posto, assim como as infraestruturas necessárias para a alimentação destes sensores, a partir dos painéis solares situados no respetivo posto.

4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que a quantidade de informação exposta neste capítulo é, além de extensa, da maior importância para a conceção de um sistema de gestão de estacionamento em vias públicas, importa tecer algumas considerações sobre os diferentes pontos abordados.

Assim, em relação aos elementos diretamente responsáveis pela análise do estado de ocupação dos lugares de estacionamento, o autor julga pertinente reiterar a desvantagem da limitação legal referente à utilização de um sistema CCTV. A burocracia associada a este sistema, juntamente com a desconfiança gerada nos utentes, põem em risco a implementação de todo o sistema, juntamente com os benefícios que dele podem advir.

Entre os dois tipos de sensores analisados, infravermelho e ultrassom, existem duas diferenças fundamentais que podem influenciar a escolha final. Por um lado, o preço reduzido dos sensores infravermelhos e por outro lado, a sua limitação por necessitarem de visibilidade direta entre a lente do sensor e a viatura a identificar. No entanto, a conceção para qualquer dos casos será exatamente igual, quer em termos de alimentação, comunicação e restante sistema de tratamento de dados e interfaces utente, operador e gestor, pelo que a opção por estas duas soluções pode ser feita caso a caso, adicionando a componente da experiência adquirida após implementação e testes no terreno.

Os próximos capítulos deste trabalho foram desenvolvidos tendo como base a criação de um sistema associado à utilização de sensores individuais em cada lugar de estacionamento.

O autor considera ainda que, qualquer intervenção mais profunda nas cidades deve ser evitada, para que a implementação de um sistema deste género ocorra sem gerar desconforto em qualquer dos interessados: quer seja para os utilizadores da cidade, para a autarquia, para as entidades encarregues da gestão desses lugares, ou para os próprios fornecedores do serviço em análise neste trabalho. Com este objetivo em mente, as soluções para a comunicação da informação gerada pelos sensores ao restante sistema, assim como as soluções para a alimentação destes mesmos sensores e sistemas de comunicação, devem recorrer, sempre que possível, a tecnologia sem fios e à utilização de painéis solares individuais. Desta forma garante-se o isolamento de cada conjunto instalado na cidade, controlando-se o grau de intervenção a realizar.

5

CONSIDERAÇÕES SOBRE O SOFTWARE

5.1. INTRODUÇÃO

Ao longo deste capítulo, o autor pretende esclarecer as características fundamentais do software que suporta o funcionamento de todo o sistema, por forma a que este vá de encontro às expectativas dos utentes, dos agentes no terreno e dos gestores de estacionamento em vias públicas.

É ainda objetivo deste capítulo a definição dos diversos componentes informáticos necessários à materialização do sistema em estudo.

5.2. EXPECTATIVAS

Nos pontos que se seguem descrevem-se as expectativas dos diversos utilizadores do sistema: utentes, agentes no terreno e gestores de estacionamento em vias públicas, concretizando as características a introduzir na conceção do sistema.

5.2.1. EXPECTATIVAS DOS UTENTES

Do ponto de vista do utente, a aplicação informática (App) que terá disponível para o seu “*smartphone*” será a forma privilegiada de interação com o sistema. Pretende-se, no entanto, que haja outras formas de acesso, tal como um site, que pode ser acedido através de qualquer navegador e plataforma (computador, “*tablet*”, “*smartphone*”, entre outros).

Pretende-se que a App apresente uma interface o mais simplificada possível por forma a facilitar o atingimento do objetivo inicial do seu utilizador: perceber, de forma clara e rápida, o estado de ocupação dos lugares de estacionamento em vias públicas, na zona para a qual se dirige. Após concretizado este objetivo, a App deve servir como ferramenta para resolver o objetivo final, o pagamento, de forma cómoda e prática, do tempo de ocupação do lugar de estacionamento escolhido.

Na concretização destes dois propósitos, destacam-se três elementos que devem ser analisados:

- Informação sobre os lugares de estacionamento:
 - Localização;
 - Estado de ocupação;
 - Tempo de ocupação
 - Identificação individual de cada lugar.

- Informação sobre o utilizador:
 - ID;
 - Nome;
 - Email;
 - NIF;
 - Acesso a uma conta de utilizador, pessoal e protegida;
 - Método de pagamento.

- Informação sobre o destino do utilizador;
 - Morada.

O sistema deve ainda fornecer ao utente uma série de ferramentas que melhorem a sua experiência, tal como o acesso a um histórico de utilização da aplicação, quer na procura de destino, quer no pagamento de ocupação de lugares de estacionamento, ou o fornecimento das faturas associadas a esses pagamentos.

A App deve ainda fornecer um acompanhamento durante a fase inicial de utilização, uma espécie de tutorial que permite ao utente explorar a totalidade das funcionalidades do sistema, passo por passo, e compreender de que forma deve introduzir os “inputs” necessários para o seu correto funcionamento.

Independentemente deste tutorial, um conjunto de instruções deve ser preparado e disponibilizado através do site já mencionado, para que possa ser consultado sempre que preciso.

O utente deve ainda poder reportar situações anómalas encontradas no sistema, quer ao nível de “software”, quer ao nível dos elementos instalados junto aos lugares de estacionamento, como por exemplo, situações de vandalismo do sistema, funcionamento incorreto de sensores, entre outros. O sistema envia as informações diretamente para o gestor que as poderá reencaminhar para os agentes no terreno. Por outro lado, o sistema pode ser preparado para fazer um acompanhamento da queixa do utente, de forma automática, tendo em conta os inputs realizados pelo gestor e/ou agente, através da própria App e/ou por email, aumentando o grau de satisfação desse mesmo utente. Como incentivo à declaração de anomalias, a entidade gestora pode ainda associar a distribuição de regalias por anomalia confirmada. Apesar desta funcionalidade estar dependente da aprovação da entidade gestora, pode ser introduzida no sistema na sua conceção original.

5.2.2. EXPECTATIVAS DOS AGENTES

Para os agentes da entidade gestora dos lugares de estacionamento em vias públicas, presentes no terreno, o sistema fornece, fundamentalmente, duas ferramentas disponibilizadas sobre a forma de uma App, diferente da dos utentes e especialmente desenhada para as funções que desempenham.

A primeira ferramenta, visa a otimização da operação de fiscalização do pagamento do tempo de ocupação dos lugares de estacionamento, fornecendo informação, em tempo real, sobre lugares de estacionamento ocupados, que não se encontram a ser pagos, ou que já excederam o limite máximo de tempo de ocupação. Esta informação pode ser disponibilizada através da localização destes sensores e construção de rotas otimizadas para a sua verificação.

Outra funcionalidade associada à primeira ferramenta, o facto de o sistema operar com base na identificação e ocupação de cada lugar de estacionamento (lugar físico), ao invés da viatura que o ocupa, liberta o agente da verificação individual de cada viatura, quer através da matrícula, quer através do bilhete impresso colocado no seu interior. Na realidade, o agente passa apenas a inspecionar alertas de lugares ocupados e não pagos, evitando a perda de tempo na verificação de situações que não constituem incumprimento das normas de utilização desses lugares.

A segunda ferramenta está relacionada com a manutenção do sistema. Por um lado, o agente pode contribuir, através do registo de anomalias que ultrapassam a sua capacidade de intervenção, a identificação de problemas existentes no sistema. Por outro lado, ao receber informação sobre as anomalias, reencaminhadas pelo gestor responsável, ao seu nível de intervenção, facilitará a manutenção do sistema e o seu correto funcionamento. Como exemplo desse tipo de intervenções temos a colocação intencional de obstáculos ao correto funcionamento dos sensores, ou a confirmação das anomalias reportadas por utilizadores.

5.2.3. EXPECTATIVAS DOS GESTORES

Na ótica do gestor de estacionamento em vias públicas, uma das principais mais valias associadas ao sistema em análise neste trabalho prende-se com a recolha e tratamento de informação. De facto, este sistema permite fornecer um conjunto de dados, até hoje não existente sobre o estacionamento em vias públicas, tais como:

- Taxas de ocupação de cada lugar de estacionamento;
- Tempos médios de ocupação de cada lugar de estacionamento;
- Taxa de incumprimento no pagamento da ocupação de cada lugar de estacionamento;

O software pode ser desenhado por forma a trabalhar a informação gerada pelos sensores, juntamente com a informação de pagamento dos utilizadores (sem aceder a informação do foro pessoal de cada utilizador). Cruzando estes dados, o gestor tem à sua disposição uma ferramenta capaz de prever, por meios estatísticos, o correto dimensionamento da sua rede de agentes no terreno, conciliando custos de operação realmente necessários para fazer face às taxas de

incumprimento previstas. Uma vez que o sistema se “auto alimenta” de dados estatísticos, as suas previsões mantêm-se constantemente atualizadas, incrementando ainda a sua fiabilidade ao longo da sua utilização, ao aumentar o histórico em que se pode basear.

Em relação à manutenção do funcionamento do sistema, a recolha de informações sobre anomalias, tanto por parte dos utentes como dos agentes, e a possibilidade do software analisar os relatórios dessas anomalias, (de maneira a antecipar a capacidade de um agente para a resolver ou da necessidade de uma verificação no terreno, também por parte de um agente, para obter mais informação sobre a mesma) dota o gestor de um recurso que facilita e acelera a tomada de decisões, com o objetivo de reduzir, a um mínimo, o tempo de inoperação de um sensor ou de uma funcionalidade do sistema.

Para o caso dos gestores, não se prevê que a criação de uma App portátil configure uma mais valia. O autor considera que o desenvolvimento de um portal, acessível através de um navegador e de qualquer plataforma, onde estão reunidas todas as informações sobre o sistema, passível de ter a sua interface configurada para atender as exigências de cada gestor, se apresenta como uma solução mais vantajosa.

5.2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE AS EXPECTATIVAS

Tendo em conta as diferentes perspetivas analisadas nos pontos anteriores, o autor prevê que a criação de um sistema que reúna as características referidas, seja de grande utilidade.

Na realidade, várias das características enumeradas não existem ou são atualmente inexistentes. A automatização de uma série de operações, desde a otimização de rotas para agentes, à melhoria do estado da manutenção dos sistemas que controlam a ocupação dos lugares de estacionamento, configuram um acréscimo importante de performance face à realidade atual.

No entanto, deve referir-se que a interface entre o sistema e os seus três diferentes utilizadores, pode ser a chave ou o ponto de ruína para um sistema deste género. Assim, a sua utilização e a sua interface gráfica devem ser tornadas o mais simples possível.

5.3. ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA - SOFTWARE

Tendo em consideração as funcionalidades e características do sistema identificadas pelo autor no decorrer desta dissertação, é tempo agora de pensar uma estrutura capaz de recolher, transmitir, armazenar e gerir toda a informação necessária ao funcionamento desse mesmo sistema, sendo comunicada a cada tipo de utilizador (utente, agente ou gestor) de acordo com as suas solicitações e as suas autorizações.

Além das duas Apps já mencionadas, para usufruto dos utentes e agentes no terreno, do portal direcionado aos gestores e dos sensores que farão a identificação do estado de ocupação de cada lugar de estacionamento, existem ainda dois elementos fundamentais para o funcionamento deste sistema.

O primeiro é uma base de dados. A sua função, por um lado, é reunir toda a informação de funcionamento do sistema, ou seja, informação de utentes, informação de sensores, pagamentos, intervenções e manutenção, relato de anomalias, etc., e por outro lado, através de “queries”, ou seja, solicitações de informação a esta base de dados, assume a função de procurar, em todo o seu conteúdo, a informação necessária a cada momento.

O segundo elemento é composto por um servidor central. Este servidor funcionará como cérebro de todo o sistema. Será através deste servidor central que todas as operações são controladas, além de ser ele o responsável pela gestão de toda a informação existente na base de dados, analisando-a e processando-a por forma a fornecer dados estatisticamente tratados. Para que seja mais facilmente perceptível a comunicação entre os diversos elementos do sistema, exemplifica-se na figura que se segue, uma forma de realização das ligações existentes entre elementos.

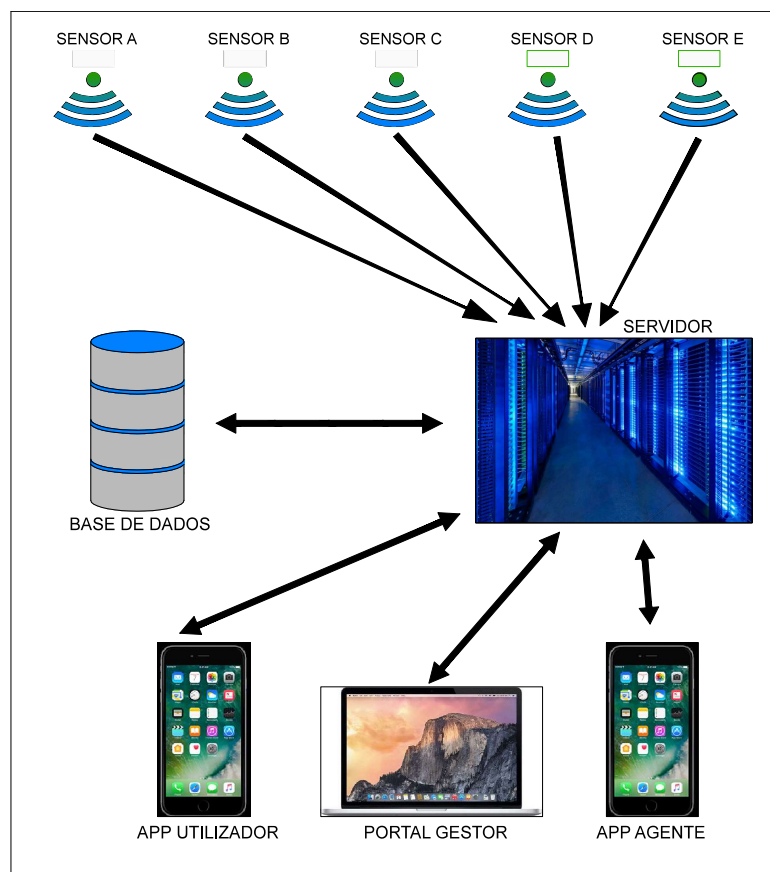


Figura 25 – Exemplo de uma forma de realização da comunicação entre os diversos elementos que compõem o sistema.

Apesar de não ser objetivo deste trabalho a programação de todos os elementos deste sistema, ou a preparação de um sistema completamente afinado e pronto a lançar no mercado, cabe ao autor especificar a organização e funcionamento das principais características do sistema. Uma vez que seria uma tarefa inatingível a descrição do funcionamento de todos os processos que envolvem o sistema em análise, o autor tomou a opção de desenhar a estrutura da base de dados que funciona como fundação do sistema, assim como de processos associados à utilização do sistema como meio de facilitar a procura de estacionamento e o pagamento do mesmo, abordando a ótica dos utentes, e o processo associado à otimização da fiscalização, na ótica dos agentes e gestores dos lugares de estacionamento em vias públicas.

5.4. BASE DE DADOS

5.4.1. INTRODUÇÃO

Antes de iniciar a descrição da estrutura da base de dados que dará suporte ao funcionamento do sistema em análise, importa compreender, de forma breve, o que é uma base de dados.

Uma base de dados é um conjunto de registos informáticos, dispostos numa estrutura regular, que possibilita a reorganização dos mesmos e a produção de informação. Uma base de dados normalmente agrupa registos utilizáveis para um mesmo fim (Wikipedia, 2016).

É importante ainda compreender que uma base de dados relacional tem 3 noções que a constituem: as entidades, os atributos e as associações.

Atente-se num exemplo simples (Martins, 2011), para mais sucintamente se clarificarem as noções. Considere-se uma lista de Empregados numa empresa, que tem os valores: Nome e Número do Cartão de Cidadão (CC). Considere-se ainda uma lista de Encargos nessa empresa com os valores: Nome, Horas de trabalho por semana e Salário. Cada trabalhador da empresa está ligado a um Encargo.

Neste exemplo, Empregados e Encargos são as entidades. Nome e Data de nascimento são atributos da entidade Empregados. A relação existente entre as entidades Trabalhador e Encargo constitui uma associação.

Com uma base de dados deste género, pode obter-se uma lista de todos os trabalhadores, assim como o dinheiro gasto por mês na empresa, fazendo assim cruzamento de dados entre duas entidades, através da sua associação.

5.4.2. ENTIDADES

Na constituição da base de dados em causa, foram consideradas as seguintes entidades:

- Serviço;
- Histórico;

- Sensores;
- Localização;
- Intervenções;
- Utilizadores;
- Dados de Conta;

A entidade **Serviço** representa a lista de todas as aplicações informáticas (Apps), portal do gestor, site e outras plataformas que venham a ser criadas, através das quais pode existir interação com o sistema.

A entidade **Histórico** é uma lista onde estão presentes todas as ações e interações, realizadas no sistema, através de qualquer utilizador, ou pelo próprio sistema. Funciona como um cadastro que poderá ser utilizado pelo utente, agente, gestor, ou ainda para efeitos de cálculo e análise por parte do software do sistema.

A entidade **Sensores** é a lista que contém informação sobre o estado de todos os sensores instalados em cada lugar de estacionamento: seja estado de ocupação, seja estado de funcionamento. Esta lista apenas é alterada através dos dados provenientes dos sensores instalados, ou através de um comando direto de um gestor.

A entidade **Localização** é a lista que contém informação sobre o local exato de instalação de cada sensor. Esta entidade será a responsável pela comunicação, aos utentes, dos lugares de estacionamento na zona envolvente ao destino para onde se pretende dirigir. Será ainda através da informação contida nesta entidade que serão determinadas as rotas ótimas para os circuitos dos agentes no terreno e fornecerá a localização dos sensores que necessitam de manutenção ou foram alvo de um relatório de anomalia.

A entidade **Intervenções** é uma lista que reúne as informações sobre as anomalias de que são alvo os sensores, as operações de manutenção a que são sujeitos ou possíveis substituições.

A entidade **Utilizadores** é a lista de todos os utilizadores que interagem com o sistema. Inclui utentes, agentes e gestores. Poderiam ser criadas entidades para cada um dos tipos de utilizador referido, caso existisse uma quantidade significativa de cada tipologia. No entanto, face ao peso reduzido que os agentes e gestores terão, face ao número de utentes, não se optou por fazer essa diferenciação.

A entidade **Dados de Conta** é a lista de todos os dados fornecidos pelos utilizadores ao criarem uma conta. A quantidade e tipo de dados pode ser diferente consoante o tipo de utilizador em causa. A informação contida nesta lista inclui as senhas de acesso de cada utilizador, assim como os métodos de pagamento associados aos utentes.

5.4.3. ASSOCIAÇÕES

Cada Serviço interage, por um lado, com os seus Utilizadores e por outro, com os Sensores, alimentando o Histórico a cada ação e/ou interação. Cada Sensor tem a sua Localização e uma série de Intervenções associadas. Em relação aos Utilizadores, cada um possui uma série de Dados de Conta.

Na Figura 26 apresenta-se a fase inicial da construção da base de dados, focando as relações Entidade-Associação.

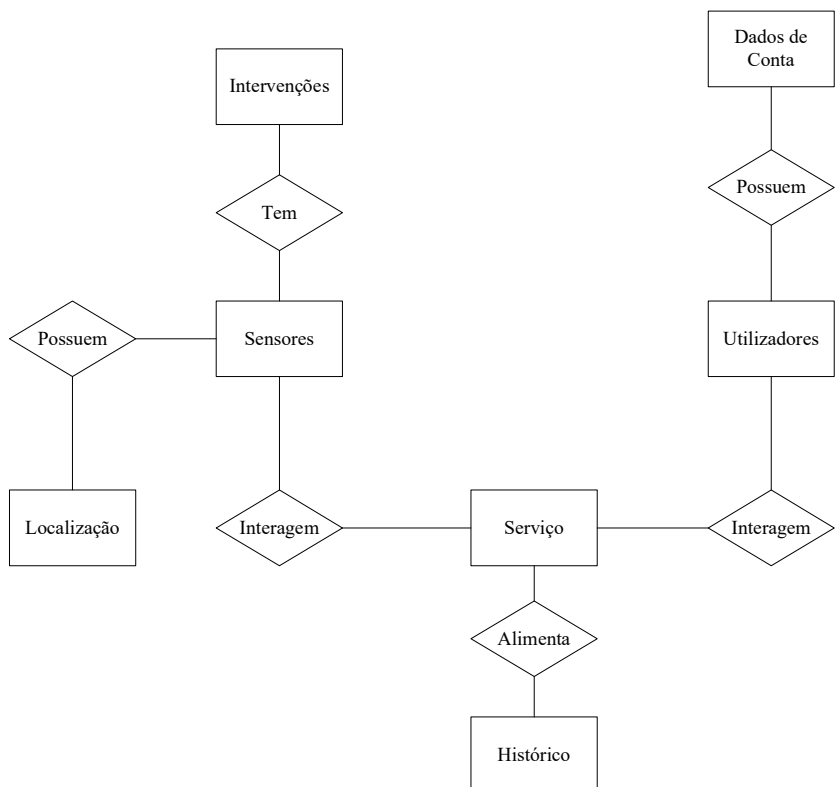


Figura 26 – Entidades e Associações que constituem a base de dados para o sistema.

5.4.4. CARDINALIDADE

Neste ponto analisa-se a cardinalidade para cada uma das associações mencionadas. A cardinalidade é, na realidade, uma característica das associações, definindo se o tipo de relação entre as entidades é do tipo “um para um” (1:1), “um para muitos” (1:N), ou “muitos para muitos” (N:N). Regressando ao exemplo dos empregados utilizado no ponto 5.4.1., vejamos o tipo de relação entre as entidades empregados e encargos, em que um empregado apenas pode ter um encargo, mas um encargo pode ter mais do que empregado associado. Assim, a relação entre empregados e encargos é de “muitos para um”, ou seja, N:1.

Associação **Alimenta**, entre Serviço e Histórico: cada Serviço (App, portal, servidor, etc.) pode alimentar apenas um Histórico, já que será utilizada uma única lista contendo todo o histórico do sistema. Por outro lado, este Histórico pode ser alimentado por todos os Serviços. Assim, a cardinalidade desta relação será do tipo N:1.

Associação **Interagem**, entre Serviço e Utilizadores: cada Serviço poderá interagir com diversos Utilizadores, já que se prevê que um elevado número de Utilizadores esteja a usufruir do sistema em simultâneo. Por outro lado, na ótica dos utentes, apesar destes estarem limitados à aplicação que lhes é destinada, os dois restantes tipos de utilizador poderão ter interesse em aceder a uma ou mais aplicações, com o intuito de confirmar algum tipo de anomalia, por exemplo. Assim sendo, a cardinalidade desta relação será do tipo N:N.

Associação **Possuem**, entre Utilizadores e Dados de Conta: os Dados de Conta serão únicos para cada Utilizador. E cada Utilizador pode apenas aceder aos seus Dados de Conta. A cardinalidade desta relação será do tipo 1:1.

Associação **Interagem**, entre Serviço e Sensores: neste caso, cada Serviço poderá ter acesso a todos os Sensores instalados no sistema. O contrário também se verifica, uma vez que cada Sensor fornecerá as mesmas informações a todos os Serviços existentes no sistema. A cardinalidade desta relação será do tipo N:N.

Associação **Possuem**, entre Sensores e Localização: tal como no caso dos Utilizadores e Dados de Conta, cada Sensor terá uma única Localização física e, em cada uma destas localizações, não pode existir mais do um Sensor. Assim, a cardinalidade desta relação será do tipo 1:1.

Associação **Tem**, entre Sensores e Intervenções: um Sensor pode ter uma infinidade de Intervenções, no entanto, cada uma dessas Intervenções pertence a um único Sensor. A cardinalidade desta relação será do tipo 1:N.

Estando definidas as cardinalidades para todas as associações, atualiza-se o diagrama anteriormente apresentado.

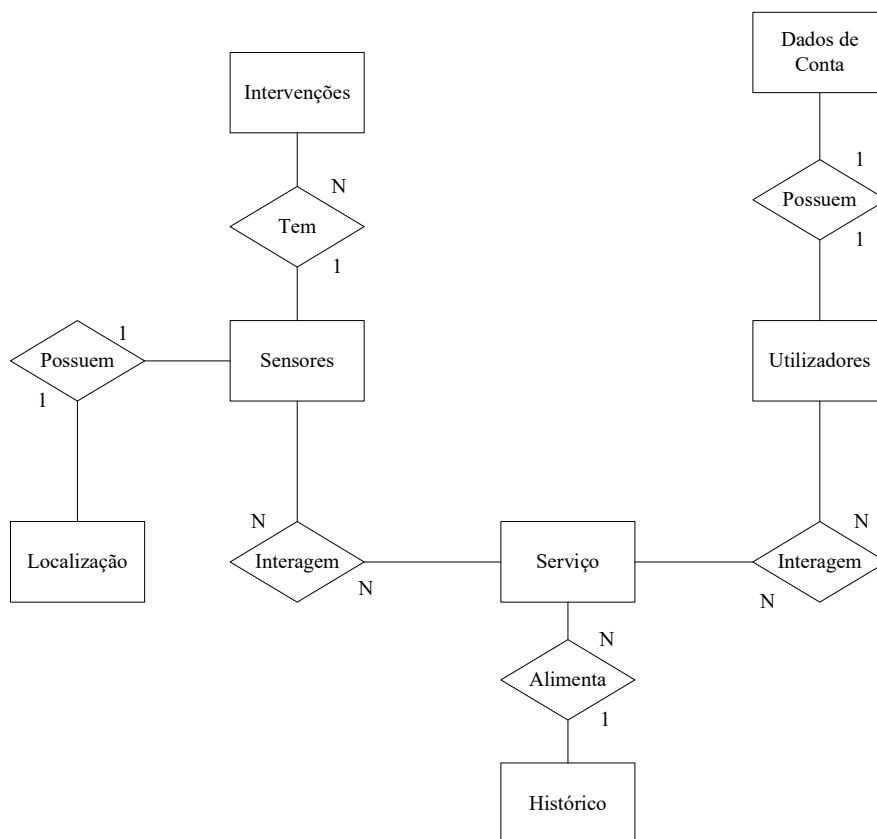


Figura 27 – Cardinalidades para cada Associação.

5.4.5. ATRIBUTOS

Os atributos, tal como explicado através do exemplo dos empregados, no ponto 5.4.1, definem as propriedades de cada entidade. A correta identificação de todos os atributos necessários é de extrema importância já que, sem eles, é impossível que o software venha a desempenhar todas as funcionalidades que foram projetadas nesta dissertação.

Posto isto, apresentam-se nos pontos que se seguem os atributos para todas as entidades enumeradas, assim como uma breve descrição de cada atributo.

5.4.5.1. Serviço

A entidade Serviço é composta por um único atributo cuja denominação é **Tipo**. Este atributo tem a única função de identificar o tipo de serviço que está a ser utilizado para interagir com o sistema (App, portal, site, etc.).

5.4.5.2. Histórico

A entidade Histórico é composta pelos seguintes atributos: **Hora**, **Data**, **Ação** e **Ator**.

O atributo **Hora** tem a função de identificar a hora a que cada entrada no histórico ocorre. A função do atributo **Data** é semelhante, já que permitirá identificar a data de cada entrada. Estes dois atributos permitirão conferir uma ordem cronológica a todas as ações e interações identificadas. Fornecem ainda importantes informações ao sistema, para que este possa realizar análises estatísticas ao longo de diferentes espaços temporais, ou tendo em conta os períodos diurnos e noturnos, entre outras.

O atributo **Ação** cumprirá a função de identificar o tipo de ação realizada. Alguns exemplos destas ações podem ser: sensor “X” muda estado para ocupado, utilizador “Y” efetua pagamento do lugar de estacionamento “Z”, utilizador “W” cria relatório de anomalia “A”, o sensor “B” muda estado para erro, utilizador “U” efetua operação de manutenção “M” no sensor “S”, etc.

O atributo **Ator** serve o propósito de identificar a fonte de alteração que originou uma entrada no histórico. Ou seja, no caso do sensor “X” alterar o seu estado, o atributo **Ator** tomará o valor de Sensor “X”. O valor deste atributo pode ser o ID de um utilizador, um Sensor específico, ou pode ser uma alteração provocada pelo próprio sistema, ao recolher informação do histórico (todos os acessos devem poder ser monitorizados).

5.4.5.3. Utilizadores

A entidade Utilizadores é composta por um único atributo designado por **ID**. Este atributo tem a função de identificar cada Utilizador. Este será constituído por um número único de identificação para cada um destes utilizadores. Assim, este atributo é definido como Chave Primária podendo, através deste número, localizar-se inequivocamente um utilizador específico na base de dados.

5.4.5.4. Dados de Conta

A entidade Dados de Conta é composta pelos seguintes atributos: **Primeiro Nome, Último Nome, Email, Hash, Função, NIF, Método de Pagamento**.

Em relação aos atributos **Primeiro Nome** e **Último Nome**, a sua função é a identificação pessoal de cada utilizador. Estes dados são utilizados na interface da App, para se direccionar ao utilizador, na emissão de faturas, ou, no caso de ser necessário apoio técnico, estes dados são fornecidos com base no ID de utilizador, como forma de facilitar a comunicação entre os intervenientes.

O atributo **Email**, além de permitir uma forma de comunicação extra sistema, funciona como Chave Primária, ou seja, não permite a existência de emails duplicados em ponto algum da base de dados. Assim, para cada atributo **ID** da entidade Utilizador, existirá um único atributo **Email** associado. O email servirá ainda como meio de confirmação da criação de um acesso ao sistema, para efeitos de segurança.

O atributo **Hash** conterá informação sobre os códigos ou senhas de acesso ao sistema de cada utilizador. O atributo foi assim designado pelo autor uma vez que é o nome dado às variáveis, em linguagem de código, onde são armazenadas informações criptografadas.

O atributo **Função** estará disponível apenas para agentes e gestores, através das suas aplicações e portal. Este atributo tem pouca utilidade no caso dos utentes, no entanto, será este atributo que estabelecerá o nível de acesso ao sistema, diferenciando as ferramentas a que agentes e gestores podem aceder através de qualquer interface (App, Site ou Portal).

O atributo **NIF** é um valor a ser introduzido pelos utentes, caso assim o desejem, para facilitar o processamento de faturas associadas aos pagamentos efetuados.

Por fim, o **Método de Pagamento**, contém informação sobre o método de pagamento preferencial de cada utente, podendo ser alterado a qualquer momento, assim como podem ser adicionados valores a este atributo, dependendo das formas de pagamento disponíveis no mercado.

5.4.5.5. Sensores

A entidade Sensores é constituída pelos seguintes atributos: **Estado** e **Código**.

A função do atributo **Estado** é, por um lado, a identificação do estado de ocupação do lugar de estacionamento onde o sensor em causa se localiza. Por outro lado, identifica o estado de funcionamento do sensor, já que, em caso de anomalia, este atributo pode assumir o valor ERRO.

Em relação ao atributo **Código**, este contém informação sobre o código alfanumérico que identifica cada sensor no sistema. Além de representar uma Chave Primária, uma vez que não podem existir dois sensores no sistema utilizando o mesmo valor de **Código**, será através deste atributo que os utilizadores identificam o lugar de estacionamento na via pública. A informação do código a colocar em via pública será alvo de outro ponto desta dissertação.

5.4.5.6. Localização

A entidade Localização é composta pelos seguintes atributos: **Coordenadas Geográficas**, **Zona**, **Rua**, **Cidade**.

O atributo **Coordenadas Geográficas**, contém informação sobre a localização, de acordo com coordenadas do sistema de posicionamento global (GPS) de cada sensor instalado. Uma vez que não é possível existirem dois sensores a partilhar a mesma localização, este atributo é a Chave Primária da entidade Localização. Será a informação contida neste atributo que servirá para determinar a quantidade de sensores a analisar, em função da distância a que se situam, do destino para onde se dirige um dado utente.

O atributo **Zona** pretende possibilitar a divisão de uma certa área como, por exemplo a área de uma cidade, em diversas zonas operacionais. Desta forma é possível dimensionar recursos por zona de interesse, assim como avisar unicamente os agentes afetos a determinada área, da necessidade de verificar uma anomalia.

O atributo **Rua** e **Cidade** existem para clarificar a morada física de cada sensor. Possibilita ainda perceber a quantidade de sensores instalados em cada rua e em cada cidade.

5.4.5.7. Intervenções

A entidade Intervenções é composta pelos seguintes atributos: **Empresa, Tipo, Hora, Data, Custo, Observações**.

O atributo **Empresa** contém informação sobre a empresa responsável intervenção realizada. Pode dar-se o caso de ser a própria entidade gestora de estacionamento em vias públicas encarregue de uma dada intervenção.

O atributo **Tipo** identifica o tipo de intervenção realizada. Este pode assumir valores como por exemplo: Substituição do conjunto “X”, Reparação de fonte de alimentação do conjunto “Y”, Reparação de sistema de comunicação do conjunto “W”, Reparação do sensor do conjunto “Z”, Verificação de anomalia, etc.

O atributo **Data** e **Hora** armazenam informação sobre o instante temporal em que foi realizada cada intervenção.

O atributo **Custo** tem como objetivo atribuir um custo a cada ação de intervenção executada. Este custo servirá tanto para consulta dos agentes e gestores, como também para análise por parte do sistema.

5.4.6. MODELO ENTIDADE-ASSOCIAÇÃO

Tendo sido definidas todas as entidades, associações e respetivos atributos, é possível construir o modelo completo Entidade-Associação que se apresenta na Figura 28.

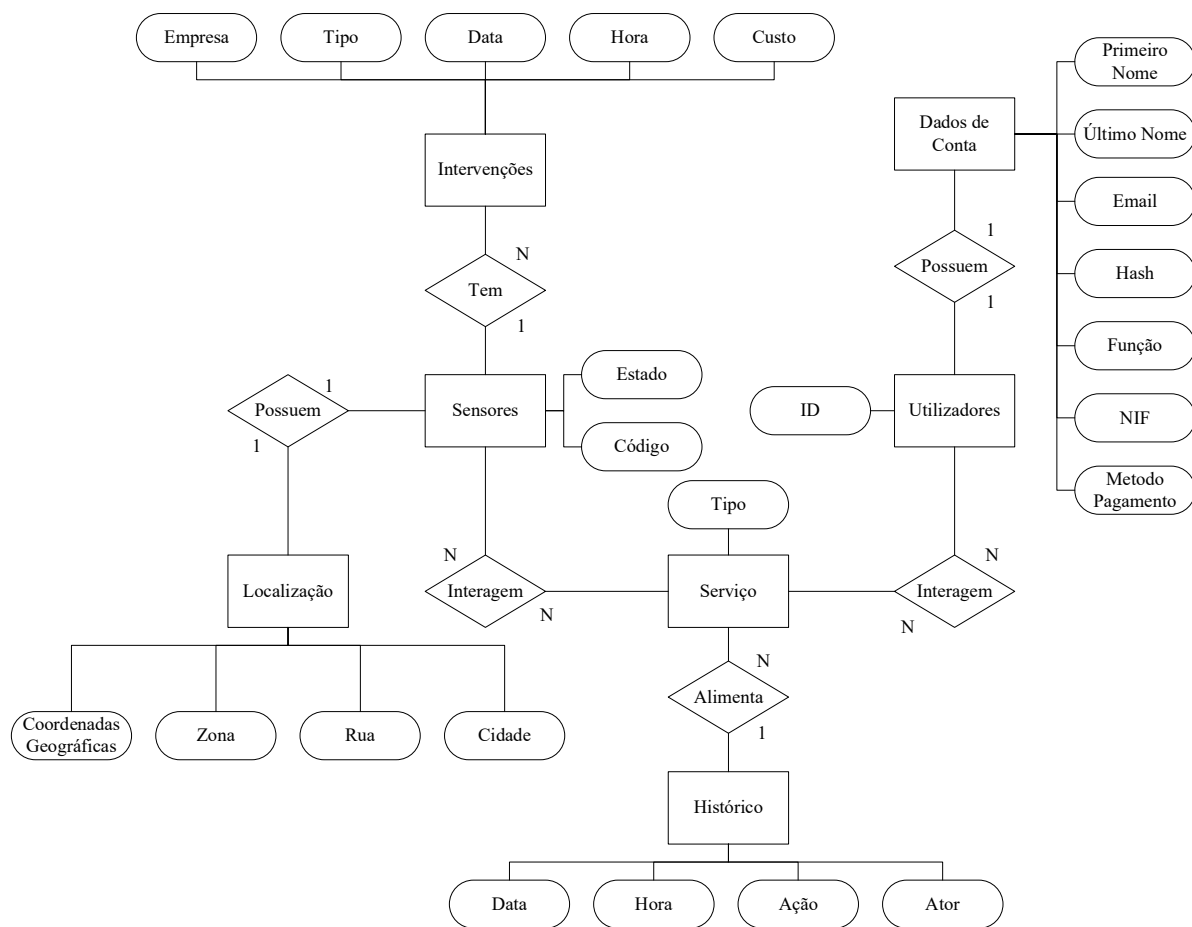


Figura 28 – Modelo Entidade-Associação completo.

5.5. PROCESSOS EM ANÁLISE

Tal como indicado anteriormente, serve o presente ponto para estruturar o funcionamento de três processos fundamentais para o funcionamento do sistema, dois destes focados na melhoria da experiência dos utentes, e o terceiro focado na otimização da operação de fiscalização. O primeiro, foca o funcionamento da App para procura de um lugar de estacionamento na zona envolvente ao destino do utente. O segundo, foca o pagamento da ocupação de um lugar de estacionamento.

Quando, ao longo deste ponto, o autor se refere às “Preferências do Utilizador”, refere-se à configuração da aplicação, da forma que lhe for mais conveniente. Alguns dos itens que podem ser configurados, como exemplo, são: método de pagamento pré-definido, avisos sonoros,

avisos por email, avisos através da aplicação, avisos por sms, dados da conta, dados do utilizador, etc.

5.5.1. PROCURA DE ESTACIONAMENTO

O diagrama apresentado na Figura 29 representa todos os passos do procedimento de procura de lugar de estacionamento realizado através do sistema concebido neste trabalho. Antes de iniciar a descrição do diagrama, importa esclarecer alguns pressupostos assumidos na elaboração do mesmo:

- O utilizador está a utilizar a App especificamente desenvolvida para utentes, através de “smartphone”, tendo-a devidamente instalada no respetivo dispositivo;
- O utilizador conferiu as devidas autorizações à App, para que esta possa aceder às necessárias funcionalidades do dispositivo, ou seja, acesso à antena GPS e acesso a transmissão de dados, quer através de rede Wi-Fi ou GPRS;
- O utilizador possui uma conta pessoal no sistema, devidamente configurada com todos os seus dados.

Passando à descrição do processo, este inicia-se com o arranque da aplicação, por parte do utilizador e posterior introdução das credenciais que possibilitam o acesso ao sistema: email e palavra passe. Caso o sistema detete um utilizador inexistente, ou uma incorreta palavra passe associada ao respetivo email, devolve ao utilizador um ecrã de erro e solicita nova introdução de credenciais.

Não representada no diagrama, a App deve incluir uma opção para o caso de recuperação de palavras passe esquecidas)

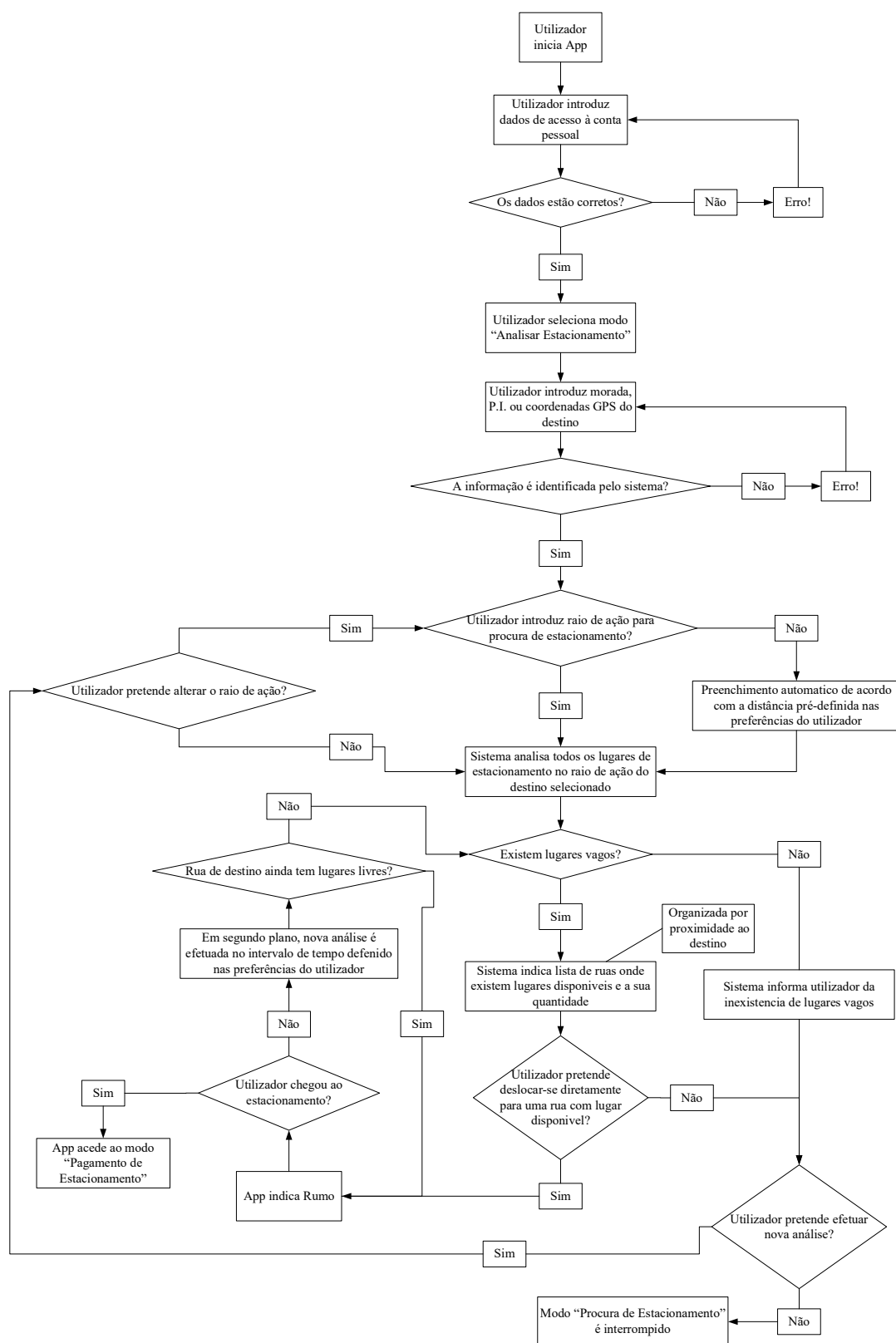


Figura 29 – Diagrama representante do processo de procura de lugar de estacionamento através do sistema.

Ultrapassada a fase de acesso ao sistema, o utilizador seleciona a opção “Analisar Estacionamento” de entre uma gama de possibilidades, como por exemplo, “Efetuar Pagamento”, “Reportar Anomalia”, “Preferências do Utilizador”, entre outras.

O utilizador insere os dados referentes ao destino até onde se pretende dirigir, quer através de uma morada, que pode ser composta pelo nome de uma cidade, uma rua e um número dessa rua (ou apenas alguns destes elementos), quer através da indicação de um Ponto de Interesse “P. I.”, que poderá ser o nome de um restaurante, o nome de um monumento, o nome de uma empresa, etc., quer ainda pela introdução de coordenadas GPS desse mesmo destino. Caso a informação não seja identificada pelo sistema, este devolve uma mensagem de erro ao utilizador, solicitando a reintrodução dos dados referentes ao seu destino. Caso o sistema seja capaz de analisar e identificar os dados introduzidos é solicitado ao utilizador que introduza um raio de ação para a procura de estacionamento. Este ponto serve para dar a conhecer ao sistema, qual a distância máxima, desde o ponto definido como destino, a que o utilizador está disposto a estacionar a sua viatura. Caso o utilizador decida saltar este passo, o raio de ação é automaticamente preenchido pelo sistema tendo em conta a informação contida nas preferências desse mesmo utilizador. Em qualquer dos casos, o sistema procede à análise de todos os lugares de estacionamento que se encontram no raio de ação do ponto selecionado como destino.

Dessa análise podem resultar dois cenários possíveis: ou existem lugares de estacionamento nessa área de análise, ou não. Caso não existam, o sistema informa o utilizador desse fato e sugere que se efetue uma nova análise. Caso o utilizador não deseje levar a cabo essa nova análise, o modo “Procura de Estacionamento” é interrompido. O utilizador pode optar por dirigir-se a um parque privado, por exemplo. No entanto, caso seja realizada uma nova análise, o sistema lança a possibilidade de ser alterado o raio de ação para esta nova análise. Se o utilizador concordar em alterar o raio de ação da análise, será remetido novamente para a janela de introdução de raio de ação para a procura de estacionamento. Caso contrário, o sistema volta a analisar a todos os lugares de estacionamento para a área definida inicialmente.

No segundo cenário possível, ou seja, no caso de o resultado da análise revelar a existência de lugares vagos na área de interesse do utilizador, o sistema prepara uma lista de todas as ruas onde existem lugares disponíveis e da quantidade de lugares disponíveis em cada rua, de acordo com a ordem de proximidade ao ponto escolhido como destino. Neste instante, o sistema inquire

o utilizador se este pretende deslocar-se para uma das ruas indicadas (com lugares livres). Caso o utilizador não pretenda selecionar uma rua com lugares disponíveis como novo destino é remetido para a janela em que lhe é solicitada a intenção de efetuar uma nova análise, continuando o processo acima descrito. No caso de o utilizador selecionar uma rua e pretender deslocar-se até essa mesma rua, a App indica o rumo a seguir.

Quando o utilizador se aproxima de um lugar disponível, na rua definida como destino, (o sistema recebe informação, através de localização GPS, da proximidade do utilizador ao lugar disponível), o sistema pede ao utilizador confirmação de chegada ao estacionamento. Caso o utilizador confirme a sua chegada, a App acede ao modo “Pagamento de Estacionamento”, processo que será descrito noutra parte deste trabalho.

Enquanto o utilizador circula na cidade e não chega ao seu destino, é realizada, em segundo plano, uma nova análise. Esta análise tem o objetivo de confirmar que os lugares da rua para onde o utilizador se dirige continuam disponíveis e é realizada a intervalos de tempo previamente definidos nas preferências do utilizador. Caso se confirme, nessa análise, que a rua de destino ainda oferece lugares disponíveis, não existe qualquer alteração da informação disponibilizada ao utilizador, continuando a indicação de rumo até ao destino (pode introduzir-se um contador, na interface, que permita conhecer, a cada análise, a quantidade de lugares de estacionamento que se encontram disponíveis).

No caso de os lugares, na rua para onde se dirige o utilizador, ficarem todos em estado ocupado, a App volta a apresentar os lugares vagos e respetivas ruas, na restante zona de interesse, no raio de ação do destino inicial selecionado, caso existam. Caso não exista qualquer lugar vago na área de interesse, o processo decorre da forma descrita acima.

Nos anexos desta dissertação é disponibilizada uma versão em tamanho A3 do diagrama apresentado neste ponto, para facilitar a sua leitura.

5.5.2. PAGAMENTO DE ESTACIONAMENTO

Apesar de parecer simples, a ferramenta de pagamento da ocupação dos lugares de estacionamento deve ter em consideração alguns aspetos, tais como, as diferentes modalidades de pagamento possíveis, o envio de avisos assim quando é atingido o período máximo de

ocupação de um lugar de estacionamento e a correta indicação do lugar específico que foi ocupado.

Tal como no caso do processo associado à procura de lugares de estacionamento, foram assumidos alguns pressupostos, com o objetivo de simplificar o diagrama apresentado:

- O utilizador está a utilizar a App especificamente desenvolvida para utentes, através de “smartphone”, tendo-a devidamente instalada no respetivo dispositivo;
- O utilizador conferiu as devidas autorizações à App, para que esta possa aceder às necessárias funcionalidades do dispositivo, ou seja, acesso à antena GPS e acesso a transmissão de dados, quer através de rede Wi-Fi ou GPRS;
- O utilizador possui uma conta pessoal no sistema, devidamente configurada com todos os seus dados;
- O utilizador configurou pelo menos um método de pagamento.

Este processo, à semelhança do descrito anteriormente, inicia-se com o arranque da App pelo utilizador e com a correta introdução das credenciais que permitem o acesso ao sistema. Tal como no caso anterior, a App devolve um erro no caso de as credenciais não corresponderem à informação existente na base de dados. Obtendo acesso ao sistema, o utilizador seleciona o modo “Pagar Estacionamento” para aceder às funcionalidades pretendidas.

Após identificar o código alfanumérico associado ao lugar de estacionamento concreto em que estacionou, o utilizador introduz essa informação na App. O sistema efetua duas verificações à informação introduzida pelo utilizador. Em primeiro lugar, verifica se o código introduzido corresponde a um lugar de estacionamento cadastrado na base de dados. Em segundo lugar, cruza a informação das coordenadas GPS associadas ao lugar referido pelo utilizador, e a posição GPS desse mesmo utilizador (tal como no processo anterior, o sistema recebe informação, através de localização GPS, da proximidade do utilizador ao lugar referido). Caso uma destas verificações não seja validada pelo sistema, este devolve uma mensagem de erro ao utilizador e solicita nova introdução de código que identifica o lugar de estacionamento ocupado.

Caso ambas as verificações sejam validadas, a App inquire o utilizador sobre o método de pagamento a utilizar: o método pré-determinado nas preferências do utilizador ou um método alternativo a configurar.

Na primeira hipótese, o sistema efetua a cobrança do tempo mínimo de ocupação, definido pela entidade gestora desse mesmo lugar. Na segunda hipótese, o utilizador seleciona o método alternativo a utilizar e procede à sua configuração, sendo cobrado o tempo mínimo de ocupação através deste novo método.

Caso o período máximo de permanência no mesmo lugar de estacionamento esteja próximo de ser atingido, ou mais concretamente, quando for atingido o período de aviso pré-definido pelo utilizador nas preferências (como exemplo, o utilizador pode associar um intervalo de 15 minutos antes de ser atingido o limite de tempo de ocupação, para receber o aviso), o sistema envia um aviso de risco de incumprimento através do meio de comunicação preferencial (definido pelo utilizador e que pode ser via App, email, sms, etc. ou uma conjugação de mais do que um destes meios).

Quando o utilizador dá por terminada a ocupação do lugar de estacionamento é cobrada a totalidade do tempo de ocupação do lugar de estacionamento, após ser descontado o período de permanência mínimo já debitado.

O diagrama da Figura 30 encontra-se disponível para consulta, em tamanho A3, na secção dos anexos desta dissertação.

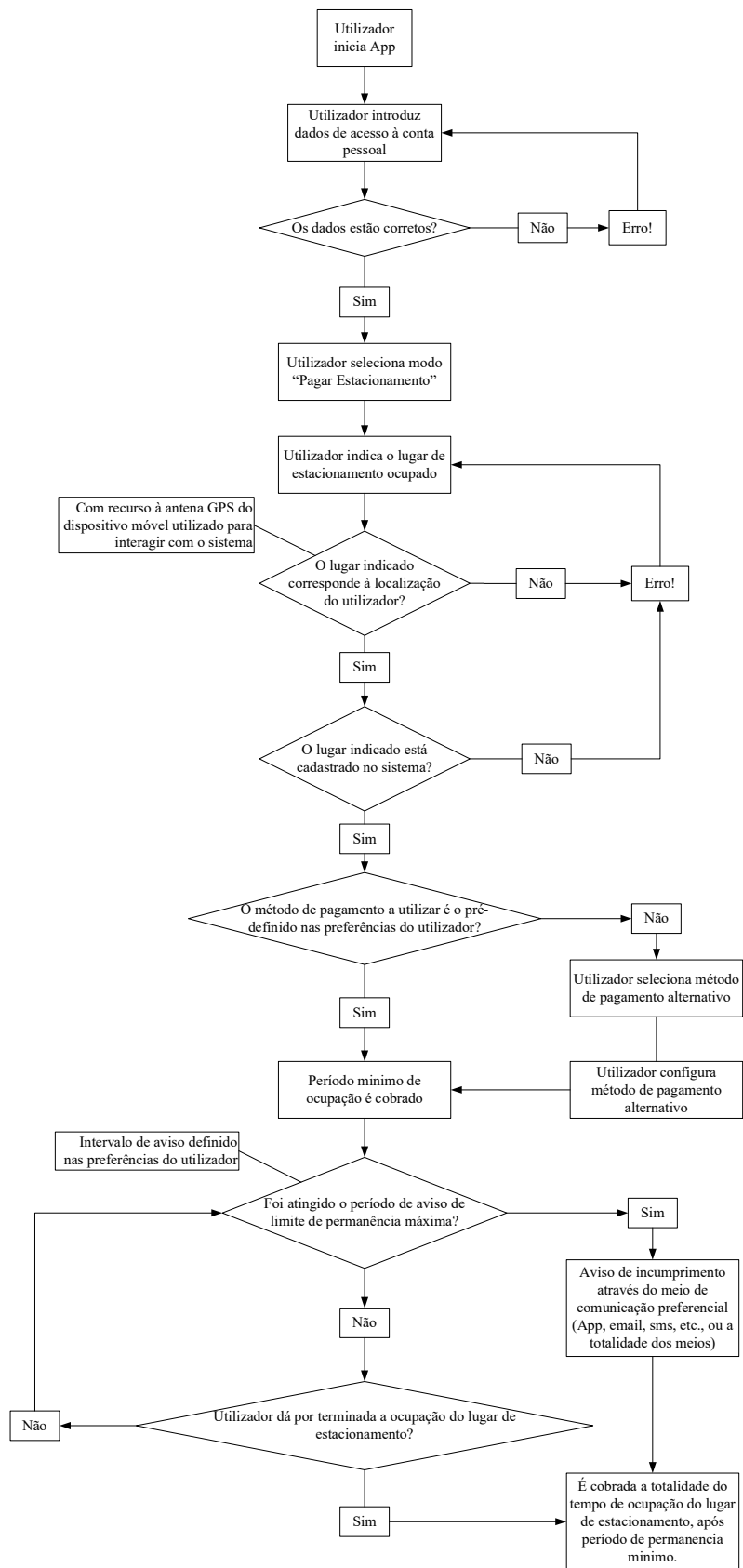


Figura 30 - Diagrama representante do processo de pagamento da ocupação de um lugar de estacionamento através do sistema.

5.5.3. FISCALIZAÇÃO

O diagrama apresentado na Figura 31 representa todos os passos do procedimento de fiscalização, por parte de um agente, realizado através do sistema concebido neste trabalho. Tal como nos processos apresentados nos pontos anteriores, apresentam-se de seguida os pressupostos assumidos, com o objetivo de simplificar o diagrama:

- O utilizador está a utilizar a App especificamente desenvolvida para agentes, através de “smartphone”, tendo-a devidamente instalada no respetivo dispositivo;
- O utilizador conferiu as devidas autorizações à App, para que esta possa aceder às necessárias funcionalidades do dispositivo, ou seja, acesso à antena GPS e acesso a transmissão de dados, quer através de rede Wi-Fi ou GPRS;
- O utilizador possui uma conta pessoal no sistema, devidamente configurada com todos os seus dados;
- O gestor configurou os níveis de acesso ao sistema para o agente em causa, em termos de área de atuação.

Tal como os processos descritos nos pontos anteriores, este inicia-se com o arranque da App pelo utilizador e introdução correta das suas credenciais que permitem o acesso ao sistema. Tal como nos casos anteriores, a App devolve um erro caso as credenciais não correspondam à informação existente na base de dados. Obtendo acesso ao sistema, o utilizador seleciona o modo “Fiscalização” para aceder às funcionalidades pretendidas.

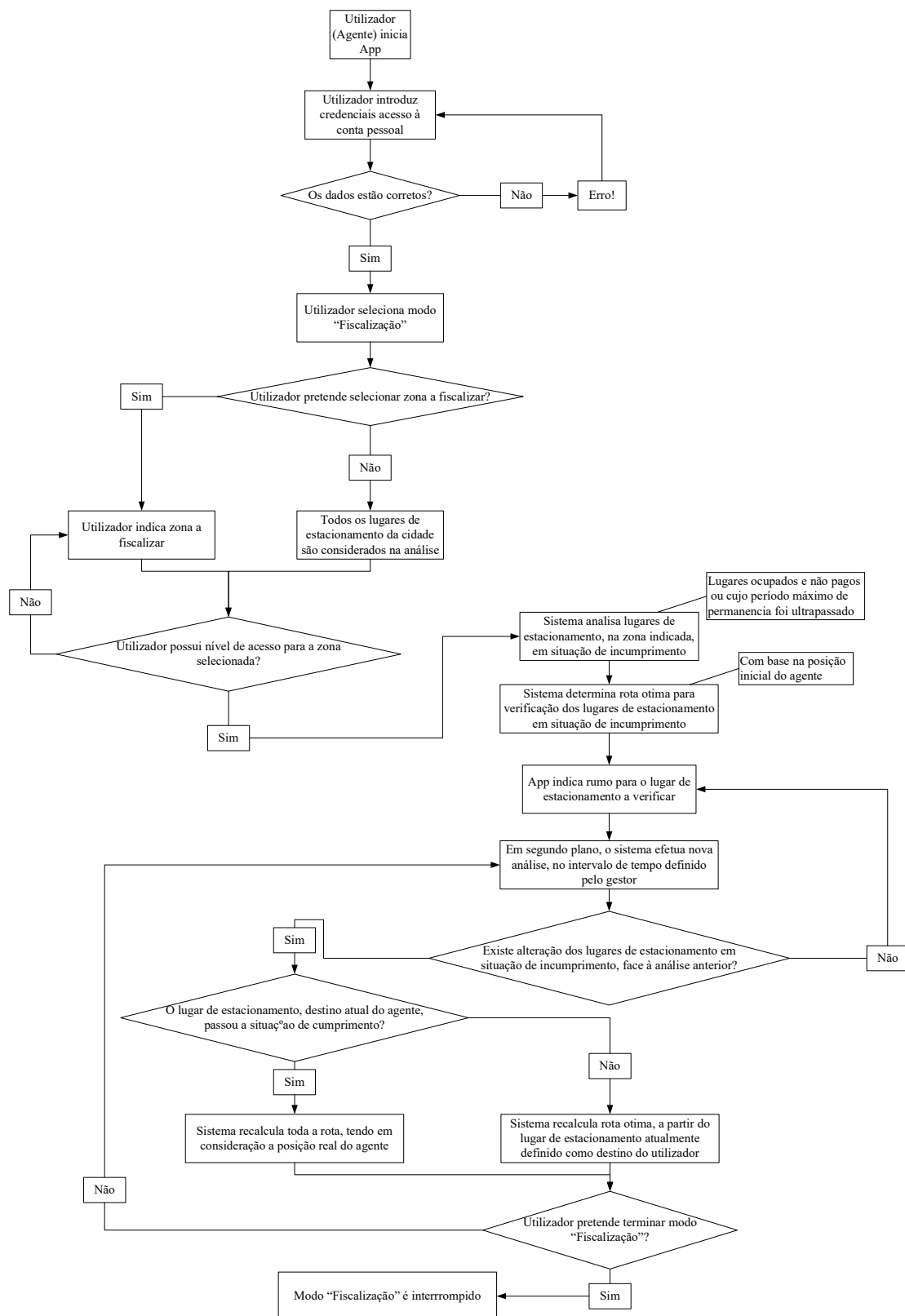


Figura 31 - Diagrama representante do processo de fiscalização de lugares de estacionamento em situação de incumprimento.

De seguida, o sistema inquire o utilizador se pretende seleccionar a zona a fiscalizar, caso não pretenda seleccionar qualquer zona, o sistema assume que todos os lugares de estacionamento são considerados na análise. No caso de o utilizador não ter nível de acesso para esta funcionalidade, o sistema devolve um erro e solicita que seja indicada a zona a fiscalizar. Após indicação da zona a fiscalizar, o sistema analisa mais uma vez o nível de acesso do utilizador, realizando a procura por lugares de estacionamento, na zona indicada, em situação de incumprimento, apenas em caso de confirmação desse mesmo nível de acesso. São considerados como lugares de estacionamento em situação de incumprimento todos os lugares ocupados e não pagos, assim como todos aqueles que, apesar de pagos, ultrapassam o período máximo de permanência.

Tendo definido todos os lugares a verificar, o sistema determina a rota ótima tendo em conta a posição do agente (através da antena GPS do “smartphone”) indicando o rumo a tomar pelo agente através da App.

Em segundo plano, o sistema efetua uma nova análise dos lugares de estacionamento em incumprimento, no intervalo de tempo definido pelo gestor. Caso exista alteração dos lugares de estacionamento selecionados na análise anterior, o sistema recalcula a rota ótima a partir do lugar de estacionamento selecionado como destino atual do agente. Esta situação não se verifica no caso de o lugar de destino passar a situação de cumprimento das normas de utilização. Neste cenário, toda a rota é recalculada e um novo destino é selecionado tendo sempre em consideração a posição real do utilizador.

Este ciclo apenas é interrompido no caso de o utilizador pretender terminar o modo “Fiscalização”.

O diagrama da Figura 31 encontra-se disponível para consulta, em tamanho A3, na secção dos anexos desta dissertação.

5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura, definida ao longo deste capítulo, concebida para suportar o funcionamento do sistema em análise tem capacidade para simplificar procedimentos diários de utentes, de agentes e gestores de entidades responsáveis pelo estacionamento em vias públicas.

No entanto, mais do que simplificar, este sistema potencia toda uma nova realidade de circulação nas cidades e fornece ferramentas até hoje inexistentes no mercado para apoio à operação e gestão dos lugares de estacionamento em análise.

As vantagens para utentes são óbvias, reduzindo a incerteza na procura de lugar, e evitando circulação infrutífera no caso de inexistência de lugares livres. O pagamento através da identificação de um lugar físico, ao invés da matrícula, protege ainda a informação pessoal desse utilizador.

A capacidade para fornecer novos tipos de dados e informação tratada sobre a totalidade dos lugares de estacionamento afetos ao sistema representa, sem dúvida, um novo paradigma de gestão destes negócios. Em termos operacionais, a capacidade para dimensionar corretamente a distribuição dos seus agentes, assim como a otimização do seu tempo e a redução de infrações não detetadas contribuirão, com certeza, para melhorar a sustentabilidade associada à implementação de um sistema como o apresentado nesta dissertação.

6 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

6.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa dar resposta à implementação deste sistema, ou seja, das soluções práticas para a instalação de sensores e identificação de lugares de estacionamento, por um lado, e do alojamento de todo o software descrito no capítulo 5 deste trabalho, por outro.

6.2. INSTALAÇÃO DE SENSORES

Ao longo deste trabalho foi sendo referidos em diversas ocasiões a importância de conceber um sistema que minorasse o grau de intervenção necessário à sua implantação. Como forma de alcançar esse objetivo, foram pensadas soluções que evitassem instalações de infraestruturas de alimentação e comunicação, além de ter sido tomada especial atenção à dimensão dos conjuntos que formam um sensor.

Existe ainda a questão da operacionalidade da implantação. A instalação de um parquímetro tradicional, apesar de necessitar de intervenção para a fundação do seu suporte, habitualmente na zona de passeio, é pontual e não é necessária a instalação de um equipamento destes para cada lugar (apesar de já terem existido parquímetros, mecânicos, instalados nestas condições). Pretende-se assim, conceptualizar uma forma de instalação que permita uma evolução célere do crescimento da rede de sensores instalada, reduza ao mínimo os contratemplos para utentes desses lugares de estacionamento e respeite as normas legais vigentes.

Iniciando esta análise pela questão das normas legais, o Decreto Lei nº 146/2014, que “estabelece as condições em que as empresas privadas concessionárias de estacionamento sujeito ao pagamento de taxa em vias sob jurisdição municipal podem exercer a atividade de fiscalização do estacionamento nas zonas que lhes estão concessionadas” (Decreto Lei, 2014), é completamente omissivo no que se refere a instrumentos que contribuam para uma eficiente gestão e fiscalização destes estacionamentos, focando-se na regulamentação do papel dos agentes no terreno, denominados por agentes de autoridade administrativa. É ainda opinião da DECO, “que existe uma omissão legislativa do governo, consubstanciada na ausência de Portaria que venha definir quais os critérios a ser observados pelas empresas concessionárias para efeitos de determinação do perfil compatível dos seus trabalhadores com a função a desempenhar, bem assim, ao nível da formação adequada a frequentar” (DECO, s.d.).

Existe regulamentação para a aplicação de parquímetros: “A forma e a instalação devem ser ergonomicamente adequadas e não deve constituir qualquer perigo para a circulação de peões. Devem estar em conformidade com o Regulamento do Controlo Metrológico dos Contadores de Tempo (Portaria n.º 978/2009, de 1 de setembro) e com as disposições do Código da Estrada.” (Multas, s.d.). No entanto, os sensores que se pretende instalar não serão parquímetros. A sua função será unicamente a identificação do estado de ocupação de cada lugar de estacionamento. Na realidade, será função do software, através da informação existente na base de dados, a determinação do tempo de ocupação de cada lugar.

Posto isto e, uma vez que não há qualquer referência e regulação que possa ser seguida para implantação dos sensores, os fatores a considerar serão apenas os relacionados com a operação do sistema e com a instalação dos mesmos.

Em relação à operação dos sensores, duas hipóteses foram consideradas: uma ao nível dos lancis, e outra ao nível do pavimento. Uma vez que nem todas as zonas de estacionamento poderão reunir condições para que os sensores sejam sempre instalados de uma única forma, a solução apresentada deve ser adaptável a ambas as situações.

Existem dois elementos do conjunto que devem ficar junto à face livre, quer do pavimento, quer do lancil: o painel solar, responsável pela alimentação do conjunto e o sensor ultrassom ou infravermelho que fará a identificação do estado de ocupação. O elemento responsável pela comunicação das informações recolhidas pelo sensor é alvo do segundo grau de prioridade face à superfície, uma vez que os obstáculos físicos podem reduzir a sua capacidade de

funcionamento. Por fim, o controlador/circuito elétrico e a bateria podem ficar situados numa zona mais afastada da superfície.

Tendo em consideração as limitações impostas nos dois parágrafos anteriores, o autor sugere que o conjunto seja construído de acordo com o diagrama de blocos que se apresenta nas figuras que se seguem.

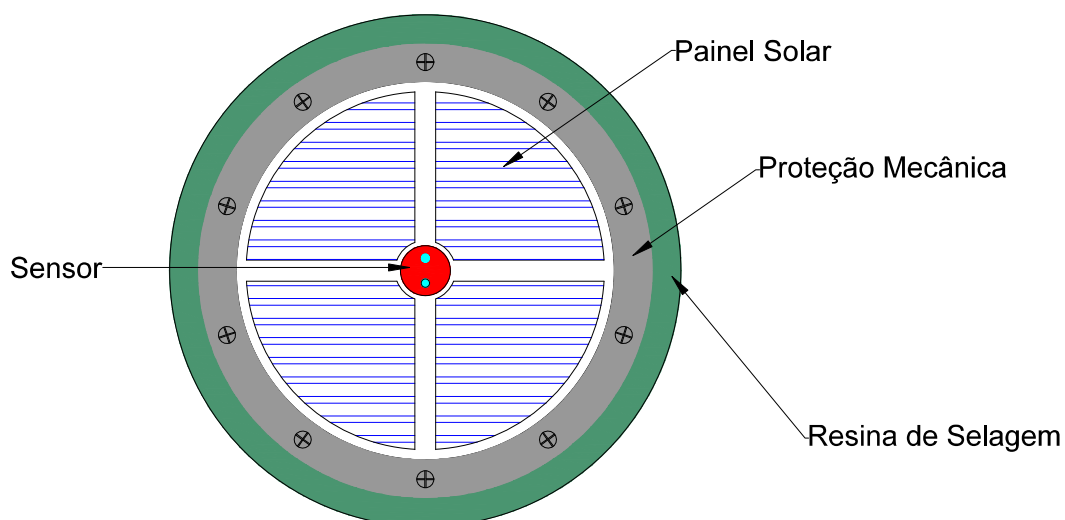


Figura 32 – Planta do diagrama que representa uma forma de realização do conjunto responsável pela identificação da ocupação dos lugares de estacionamento.

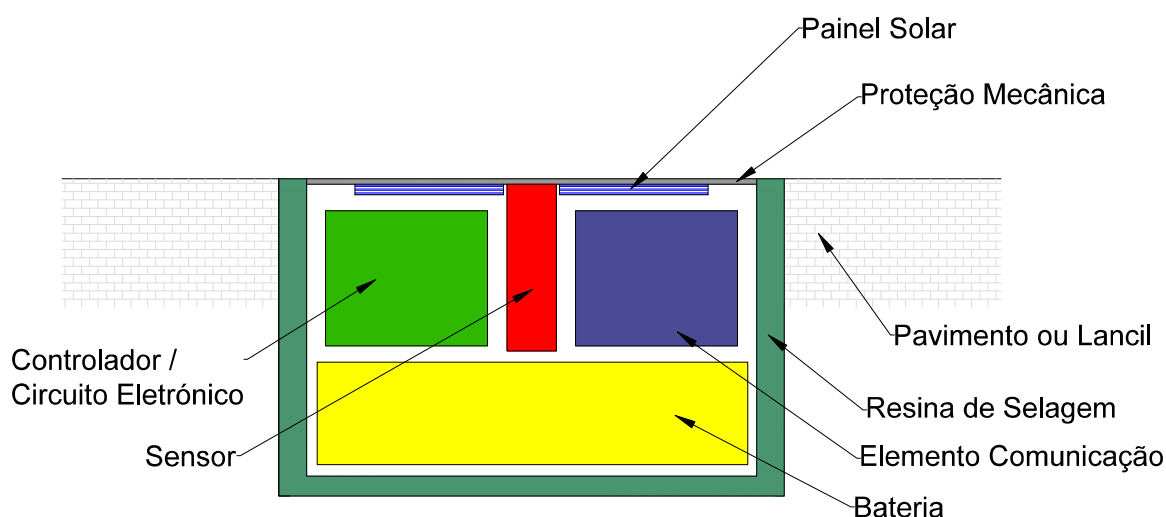


Figura 33 – Corte do diagrama que representa uma forma de realização do conjunto responsável pela identificação da ocupação dos lugares de estacionamento.

A forma circular apresentada na Figura 32 tem o objetivo de rentabilizar o espaço disponível caso a instalação seja através da abertura de carotes, possível tanto em zona de pavimento como em zona de lancil (Figura 34). O autor sugere esta abordagem uma vez que a profundidade a que será necessário realizar os carotes rondará os 15 a 20 cm (10 cm seria a dimensão máxima de um sensor ultrassom, de acordo com o sensor analisado nesta dissertação), pelo que se limita a intervenção à área estritamente necessária para a implantação de um conjunto.



Figura 34 – Exemplo de um equipamento para execução de carotes. (fonte: (Logismarket, s.d.))

A resina de selagem mencionada, não deve ser um produto com características únicas de enchimento. Apesar de não estarem previstos grandes esforços de arranque, caso a colocação do conjunto seja feita no pavimento, este pode ficar sujeita a vibrações consideráveis, pelo que a resina de selagem deve apresentar características típicas de uma ancoragem química, conferindo uma ligação mecânica entre o conjunto e os materiais do pavimento ou lancil, assim como um período de ganho de presa e resistência acelerado.

Ainda relacionada com a instalação dos sensores, deve ser abordada a questão da identificação, através do respetivo código, de cada lugar de estacionamento. Uma vez que se pretende que o utilizador possa realizar o pagamento de forma cómoda, este código deve estar exposto numa zona visível do interior do carro.

A colocação de sinalização vertical constituiria uma forte barreira arquitetónica nos centros das cidades, pelo que não deve ser considerada. A impressão dos códigos no próprio espaço de estacionamento poderia ser uma solução, no entanto, requer que o condutor fixe esse código

enquanto estaciona, já que ficará completamente bloqueado após terminar a manobra.

Uma vez que a configuração dos estacionamentos é bastante variável, o autor sugere que a indicação seja representada, quer através de impressão, quer através da inscrição do código numa chapa metálica e instalação da mesma, no lancil ou em zona próxima, avaliada a cada caso, mas sempre com o objetivo principal de facilitar a leitura da mesma ao utente de cada lugar de estacionamento.

6.3. IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE

A análise desenvolvida neste ponto focará a ótica da entidade responsável pela criação e implementação do sistema. Uma vez que a quantidade de informação a transmitir, gerir e processar é imensa, assim como a quantidade de utilizadores do sistema e os lugares de estacionamento incluídos na rede, o investimento numa infraestrutura, capaz de alojar servidor e bases de dados, pode ser um obstáculo importante ao desenvolvimento de uma solução como a desenhada neste trabalho.

Acresce a estes argumentos, a necessidade de conceber um sistema que seja facilmente escalável, já que é possível manter a base operacional do software, mas expandir para novas cidades, novos países e novos continentes. Facilmente se percebe que, num cenário como este, estas infraestruturas representam, à partida, um investimento considerável e podem rapidamente tornar-se insuficientes para alimentar esta possível expansão. Por outro lado, dimensionar a infraestrutura, numa fase inicial, para o expoente máximo de utilização do sistema, é impraticável do ponto de vista da sustentabilidade económica do negócio.

Felizmente, existem soluções no mercado que visam dar resposta às condicionantes indicadas. Como exemplo, o autor utilizou o recurso oferecido pela Microsoft, denominado Windows Azure. No entanto, existem serviços semelhantes fornecidos por empresas como a Google e a Amazon, com pequenas diferenças no seu funcionamento e na forma como operam.

Na realidade, este recurso pode ser definido como sendo o acesso a uma “Cloud”, habitualmente utilizada nos dias de hoje para guardar informação particular, com a característica de permitir realizar operações computacionais através da mesma. Este serviço é materializado através da construção de centros de armazenamento e processamento de dados, de grandes dimensões,

dispersos por diversos continentes acessíveis através de qualquer dispositivo capaz de aceder a um navegador de internet (Figura 35).



Figura 35 – Distribuição de centros de armazenamento e processamento de dados do serviço Windows Azure. (fonte: (Microsoft, s.d.))

Desta forma, este serviço pode ser utilizado para alojar servidores, bases de dados, “web services” (serviço que possibilita, entre outras funcionalidades, a criação de uma interface baseada em web, para um servidor de base de dados, por forma a que este possa ser utilizada por uma aplicação móvel, por exemplo), sites, máquinas virtuais (pode utilizar o poder de computação e cálculo de um centro Windows Azure, através de qualquer computador portátil, por exemplo, podendo ainda instalar nessas máquinas virtuais, qualquer tipo de software), estrutura base de aplicações móveis (“back-end”), etc.

Além das funcionalidades acima descritas, estes serviços são escaláveis em tempo real, ou seja, caso seja necessária mais capacidade de processamento, mais capacidade de armazenamento, ou aumentar o número de recursos necessários (mais servidores, mais bases de dados, adaptação a novas funcionalidades do sistema), esse recurso é imediatamente fornecido sem que haja interrupção do serviço prestado aos utilizadores (o que aconteceria em caso de falta de capacidade de processamento de um infraestrutura preparada especialmente para alojar o sistema), de acordo com as preferências do contratante do serviço.

Outra vantagem está relacionada com a possibilidade de redundância oferecida pelo serviço. Um serviço redundante implica que, caso exista alguma anomalia num centro de armazenamento e processamento Windows Azure, ou especificamente na célula onde está

alojada parte do sistema, todo o sistema está replicado e pronto a entrar em funcionamento noutra célula ou noutro centro de armazenamento e processamento, não existindo interrupção do serviço fornecido aos utilizadores do sistema. Uma vez que o sistema em análise pode abranger, em hipótese, o pagamento de estacionamentos de cidades inteiras, as funcionalidades que reduzem o risco de interrupção do serviço fornecido devem assumir um carácter prioritário.

Por fim, é importante referir que o pagamento dos serviços oferecidos por este tipo de soluções é realizado com base na quantidade de recursos solicitados. Isto significa que, à medida que o sistema expande e evolui, gerando mais receita, mais recursos serão alocados para garantir o seu correto funcionamento, aumentando também o custo associado ao serviço. Ao contrário do que aconteceria numa solução de construção de uma infraestrutura capaz de suportar o sistema, em que o investimento era realizado antes de o sistema estar em funcionamento e pronto a ser lançado no mercado, numa abordagem com recurso a “Cloud” computacional, o pagamento do serviço só é feito quando existe tráfego e processamento de dados, ou seja, quando o sistema se encontra operacional.

6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O autor considera que, tanto ao nível da implantação da componente física do sistema, associada ao conjunto responsável pela identificação do estado de ocupação dos lugares de estacionamento, quanto ao nível da estrutura de suporte necessária para a implantação de todo o software, as soluções apresentadas configuram otimização de custos e fluxo de capital, minoração da intervenção nas cidades, expansibilidade e crescimento do sistema desenhado e ininterrupção do serviço fornecido aos utilizadores.

7 CONCLUSÕES

7.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos capítulos 4, 5 e 6, foram sendo elaboradas conclusões, sobre cada tema específico, que se sintetizam neste ponto.

Conclui-se deste trabalho que, um sistema de gestão de estacionamento em vias públicas, tal como o definido, tem um enorme potencial de viabilidade, tanto pelas vantagens que oferece às entidades responsáveis pela gestão desses estacionamentos, como a quem deles usufrui.

O modelo de sistema desenhado ao longo deste trabalho, e tendo em conta as hipóteses analisadas é, preferencialmente, constituído por:

- Um conjunto capaz de identificar o estado de ocupação de cada lugar de estacionamento, formado por:
 - Sensor infravermelho / ultrassom;
 - Uma bateria;
 - Um painel solar;
 - Um circuito eletrónico com controlador;
 - Um elemento de comunicação GPRS.

- Um software de apoio capaz de gerar, processar e transmitir toda informação necessária, formado por:
 - Uma base de dados;

- Um servidor central;
- Um portal específico para gestores;
- Uma App específica para agentes;
- Uma App específica para utentes;
- Um site de apoio acessível através de qualquer navegador.

Do ponto de vista económico, um investimento na implementação de um sistema deste género, terá o seu retorno a médio, longo prazo, isto porque, apesar de ter existido uma especial atenção na definição de soluções que comportem um custo reduzido, as tarifas de pagamento associadas ao estacionamento em vias públicas são reduzidas e não são, habitualmente, cobradas durante os períodos noturnos e fins de semana, apesar de o sistema ter sido desenvolvido por forma a atuar continuamente. No entanto, existem vantagens associadas à utilização de um sistema deste género que contribuem para um aumento da sua capacidade para gerar retorno, senão vejamos:

- A oferta de uma solução que facilita a localização de lugares disponíveis, pode associar um valor acrescido ao serviço fornecido, contribuindo para uma melhoria da predisposição para pagamento do serviço de ocupação do estacionamento;
- A otimização da operação dos agentes no terreno, contribui para um incremento da deteção de infrações, resultando numa melhor perceção do desvalor dessa infração e, conseqüentemente, numa alteração do comportamento dos utentes;
- A deteção e comunicação imediata de anomalias no serviço introduz ganhos de eficiência no sistema, contribuindo para o incremento da sua capacidade de gerar receita.

Por fim, a informação que se torna disponível às entidades gestoras destes estacionamentos em vias públicas é, possivelmente, a ferramenta com mais potencial do sistema idealizado. Tornar-se-á a base da tomada de decisões dos gestores que terão acesso a informação consistente, com base em dados reais de utilização de toda a rede de estacionamento, tratada e processada para que chegue até estes num formato de leitura simples e imediata.

Deve ainda ter-se em consideração o facto de atualmente não existir enquadramento legal para a implementação de um sistema deste género. Os produtos associados à Internet das Coisas, IoT, são ainda uma novidade. Urge criar legislação para regular, por um lado, e para desmistificar, por outro, o recurso às tecnologias de informação como ferramentas que contribuem de forma positiva para um incremento da qualidade de vida.

7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Esta dissertação abre uma vasta gama de hipóteses de desenvolvimento:

Em primeiro lugar, para o desenvolvimento de protótipos para os conjuntos responsáveis pela identificação do estado de ocupação dos lugares de estacionamento, estudos de performance destes protótipos, quer em termos de capacidade de identificação, como da otimização do seu consumo energético, redução das suas dimensões, formas alternativas para atingir resultados semelhantes, redução dos custos de instalação, etc.

Outro estudo seria desenvolver um modelo de software capaz de replicar as funcionalidades descritas ao longo deste trabalho. Como exemplo, a análise estatística à informação gerada por este sistema deverá ser cuidadosamente preparada, através de um estudo sobre o tipo de dados que gestores de estacionamentos em vias públicas necessitam para basearem as suas tomadas de decisão, por forma a que o software desenhado vá de encontro às expectativas dos seus utilizadores.

Por outro lado, a aplicação de um sistema como o conceptualizado nesta dissertação poderá ser utilizado para outros fins: localização em tempo real de transportes públicos, otimização da gestão de recolha de resíduos sólidos, incorporando sensores que avaliem o grau de utilização dos diversos depósitos e um software de otimização de rotas, por forma a evitar a recolha de depósitos vazios ou com taxas de ocupação muito baixas, etc.

8 BIBLIOGRAFIA

- Arruda, J. J. (1993). *História antiga e medieval*. São Paulo: Editora Ática.
- Bandeira, M. d. (2008). *Estacionamento Intensivo em Malhas Históricas Consolidadas*. Instituto Superior Técnico. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Benevolo, L. (1987). *As origens da urbanística moderna*. Lisboa: Editorial Presença.
- Benevolo, L. (1993). *História da Cidade*. Editorial Perspectiva.
- BSc, S. L. (19 de 08 de 2016). *IFSEC Global*. Obtido em 19 de 08 de 2016, de IFSEC Global: <http://www.ifsecglobal.com/cctv-lighting-guide/>
- Comissão Nacional de Protecção de Dados. (12 de 07 de 2016). *Comissão Nacional de Protecção de Dados*. Obtido em 12 de 07 de 2016, de Comissão Nacional de Protecção de Dados: https://www.cnpd.pt/bin/legis/nacional/lei_6798.htm
- constructionhome.net. (15 de 08 de 2016). *BEST OUTDOOR SURVEILLANCE CAMERAS CCTV VIDEOS AND SECURITY...*. Obtido em 15 de 08 de 2016, de BEST OUTDOOR SURVEILLANCE CAMERAS CCTV VIDEOS AND SECURITY...: <http://www.constructionhome.net/best-outdoor-surveillance-cameras-cctv-videos-and.html>
- Cooking Hacks. (s.d.). *Cooking Hacks*. Obtido de Cooking Hacks: <https://www.cooking-hacks.com/gprs-gps-quadband-module-for-arduino-sim908>
- Cool Components. (11 de 03 de 2016). *Cool Components*. Obtido em 11 de 03 de 2016, de Cool Components: <https://www.coolcomponents.co.uk/ir-range-sensor-sharp-20cm-150cm.html>
- DECO. (s.d.). *Parquímetros: exploração e fiscalização*. Obtido de DECO: <https://www.deco.proteste.pt/institucionalemedia/acoes/temas/mobilidade/estacionamento-porto>
- Decreto Lei. (2014). *Decreto Lei nº 146/2014*. Decreto Lei.

- Dieguez, T. (2011). *Empreendedorismo: Um grande passo para alcançar o crescimento económico sustentável e uma maior prosperidade global*.
- Drucker, P. F. (1985). *Innovation and Entrepreneurship - Practice and Principles*. Oxon: Butterworth-Heinemann.
- ebah. (11 de 03 de 2016). *ebah*. Obtido em 11 de 03 de 2016, de ebah: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA45sAC/ultrassom>
- EMEL. (s.d.). *EMEL*. Obtido em 12 de 04 de 2016, de ePARK: <https://www.emel.pt/pt/onde-estacionar/via-publica/meios-de-pagamento/epark/>
- EPORTO. (23 de 05 de 2016). *EPORTO*. Obtido em 23 de 05 de 2016, de TELPARK.
- FilipeFlop. (s.d.). *FilipeFlop*. Obtido de FilipeFlop: <http://www.filipeflop.com/pd-80dc1-modulo-rf-transmissor-receptor-433mhz-am.html>
- Gündoğdu, M. Ç. (2012). *Re-Thinking Entrepreneurship, Intrapreneurship, and Innovation: A Multi-Concept Perspective*. Procedia - Social and Behavioral Sciences.
- Global Park. (12 de 05 de 2016). *Global Park*. Obtido em 12 de 05 de 2016, de Global Park: <http://globalpark.pt/project/controlo-contagem-controlado-sistema/>
- Goitia, F. C. (1992). *Breve história do urbanismo*. Lisboa: Editorial Presença.
- Harouel, J. L. (1990). *História do Urbanismo*. Campinas: Papirus.
- Hazel, G. e. (2004). *Making Cities Work*. Great Britain: Wiley-Academy.
- Iodeta, I. (1979). *Textos dirigidos ao planeamento*. Mogi das Cruzes.
- Jornal Tribunal de Macau. (15 de 09 de 2015). *Jornal Tribunal de Macau*. Obtido em 13 de 05 de 2016, de Jornal Tribunal de Macau: <http://jtm.com.mo/local/tempo-de-modernizar-os-estacionamentos/>
- Lindegaard, S. (2010). *The Open Innovation Revolution - Essentials, roadblocks, and Leadership Skills*. New Jersey: Wiley John Wiley & Sons, Inc.
- Logismarket. (s.d.). *Aluguer de Caroteadora*. Obtido de Mecalux logismarket: <https://www.logismarket.pt/alugatudo/aluguer-caroteadora/4542675166-986841803-p.html>
- Martins, L. C. (2011). *Informática na Manutenção de Edifícios*. FEUP, Departamento de Engenharia Civil. Porto: FEUP.
- Maxbotix. (17 de 01 de 2016). *Maxbotix*. Obtido em 17 de 01 de 2016, de Maxbotix: <http://www.maxbotix.com/articles/125.htm>

- MEO. (04 de 05 de 2016). *Meo Parking*. Obtido em 04 de 05 de 2016, de Meo Parking:
https://meoparking.pt/the_service.htm
- Microsoft. (s.d.). *Azure Regions*. Obtido em 02 de 05 de 2016, de Microsoft Azure:
<https://azure.microsoft.com/en-us/regions/>
- Multas. (s.d.). *Parquímetros ilegais, a verificação anual e/ou o fracionamento de 15 minutos*. Obtido de Multas: <http://www.multas.pt/parquimetros-ilegais-verificacao-anual-eou-o-fraccionamento-15-minutos>
- Mumford, L. (1982). *A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas* (Segunda Edição ed.). São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora.
- Nonel, J. B. (1977). *Atlas de história da arte*. Barcelona: Edições Jover.
- Park, Global. (12 de 05 de 2016). *Global Park*. Obtido em 12 de 05 de 2016, de Global Park:
<http://globalpark.pt/solucoes/sill-sistema-de-identificacao-de-lugar-livre/>
- Park, Global. (12 de 05 de 2016). *Global Park*. Obtido em 12 de 05 de 2016, de Global Park:
<http://globalpark.pt/project/controlo-contagem-equipamentos-de-sinalizacao/>
- Publico, J. (29 de 06 de 2009). *Jornal Publico*. Obtido em 22 de 05 de 2016, de Jornal Publico: <https://www.publico.pt/local-lisboa/jornal/silo-automovel-das-portas-do-sol-deu-a-emel-150-mil-euros-de-prejuizo-no-ano-de-2007-311781>
- Rádio Renascença. (18 de 03 de 2016). *Rádio Renascença*. Obtido em 12 de 4 de 2016, de Rádio Renascença:
http://rr.sapo.pt/noticia/49656/porto_empresa_impedida_de_recolher_dados_pessoais_para_controlo_de_estacionamento
- Saraiva, P. M. (2011). *Empreendedorismo* (Terceira Edição ed.). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Schumpeter, J. A. (1978). *Entrepreneurship, Style and Vision*. (J. Backhaus, Ed.) Alemanha: University of Erfurt.
- Senix. (12 de 09 de 2016). *Senix*. Obtido em 12 de 09 de 2016, de Senix:
<https://senix.com/ultrasonic-sensor-toughsonic-14/>
- Vortal Connecting Business. (s.d.). *Ideias que fazem história*. Onda Grafe.
- Wikipedia. (16 de 03 de 2016). *Wikipedia*. Obtido em 16 de 03 de 2016, de Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Closed-circuit_television
- Wikipedia. (23 de 02 de 2016). *Wikipedia*. Obtido em 23 de 02 de 2016, de Wikipedia:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Banco_de_dados

Wikipedia. (s.d.). *Wikipedia*. Obtido de Wikipedia: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ultrassom>

Zacharakis, W. B. (2008). *Entrepreneurship*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Zimcos. (s.d.). *Zimcos*. Obtido de Zimcos: <http://www.zimcos.co.uk/history-of-cctv/>

Zmitrovicz, W. (1990). *O desenvolvimento urbano: a Europa não romana*. São Paulo:

EPUSP.

ANEXOS

ANEXO 1 – Ficha Técnica Sensor Infravermelho SHARP 20 a 150 cm

SHARP

GP2Y0A02YK0F

GP2Y0A02YK0F

Distance Measuring Sensor Unit
Measuring distance: 20 to 150 cm
Analog output type



Description

GP2Y0A02YK0F is a distance measuring sensor unit, composed of an integrated combination of PSD (position sensitive detector), IRED (infrared emitting diode) and signal processing circuit.

The variety of the reflectivity of the object, the environmental temperature and the operating duration are not influenced easily to the distance detection because of adopting the triangulation method.

This device outputs the voltage corresponding to the detection distance. So this sensor can also be used as a proximity sensor.

Features

1. Distance measuring range : 20 to 150 cm
2. Analog output type
3. Package size : 29.5×13×21.6 mm
4. Consumption current : Typ. 33 mA
5. Supply voltage : 4.5 to 5.5 V

Agency approvals/Compliance

1. Compliant with RoHS directive (2002/95/EC)

Applications

1. Touch-less switch
(Sanitary equipment, Control of illumination, etc.)
2. Sensor for energy saving
(ATM, Copier, Vending machine, Laptop computer, LCD monitor)
3. Amusement equipment
(Robot, Arcade game machine)

Notice The content of data sheet is subject to change without prior notice.

In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that may occur in equipment using any SHARP devices shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device.

Sheet No.: E4-A00101EN
Date Dec.01.2006
©SHARP Corporation

ANEXO 2 – Ficha Técnica Sensor Ultrassom ToughSonic 14

ToughSonic® 14 Level & Distance Sensor

PC or Button Setup, Waterproof, Two Selectable Outputs

TSPC-30S1 Series

TSPC sensors and SenixVIEW software put the power of ultrasonics in your hands yet retain the simplicity of push-button TEACH setup. You can quickly adjust, optimize, save and clone your applications without calibration!

ToughSonic sensors contain a rugged transducer potted in a stainless steel housing for long life.

Outputs respond to measured distance and non-contact technology means nothing touches your materials.

Many applications exist in all industries. Contact Senix today to discuss your specific needs.



Non-Contact Ultrasonic Distance & Level Measurement

Features

Distance Measurements

- Long range, short dead band
- Unaffected by optical factors like color and transparency
- PC or button "teachable" setup
- Narrow beam with adjustments to optimize performance
- Temperature compensated

Packaging & Performance

- Quick mounting
- Durable sealed housing for wet or dirty applications
- Short & overload protected I/O
- Multi-sensor synchronization
- Adjustable sensitivity
- Rear status indicators (3)

Free Functionality using adjustable interface features like switch hysteresis and time delays to build complete solutions such as pump or material flow controllers. Save cost by eliminating PLCs, delay circuits and time delay relays!

PC Setup Power!

Use **SenixVIEW** software (see separate data sheet) to select and adjust all interfaces, timing parameters, filters and modes. Then view, analyze or log data to optimize your application.



Flexible configuration means fewer parts to stock and quick duplication! Higher volume OEM options are available.

Push-button "teach" features provide for several common adjustments when a PC is not available.

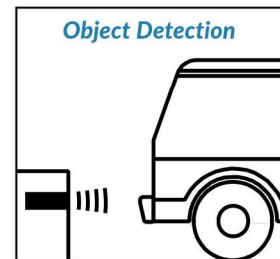
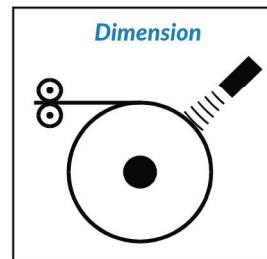
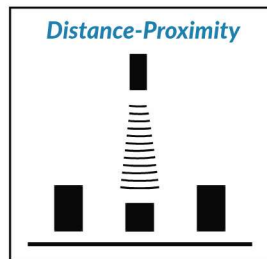
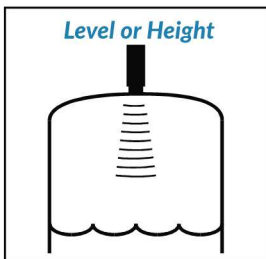
Output Selection

In addition to the model's serial data interface there are two SenixVIEW selected outputs to suit your application. All outputs have configurable endpoints, set-points, event responses and time delays.

Voltage & Current Loop are both provided simultaneously in standard (0-10 VDC, 4-20 mA) or custom ranges. They are fully configurable and can either rise or fall with increasing distance.

Switches can be selected in lieu of one or both analogs, and set to either "PNP" or "NPN" type (sourcing or sinking). Each has independently adjustable set point, hysteresis, window, initial conditions, ON delay, OFF delay and loss of target response for ultimate flexibility.

TOUGHSONIC®
Tough. Smart.

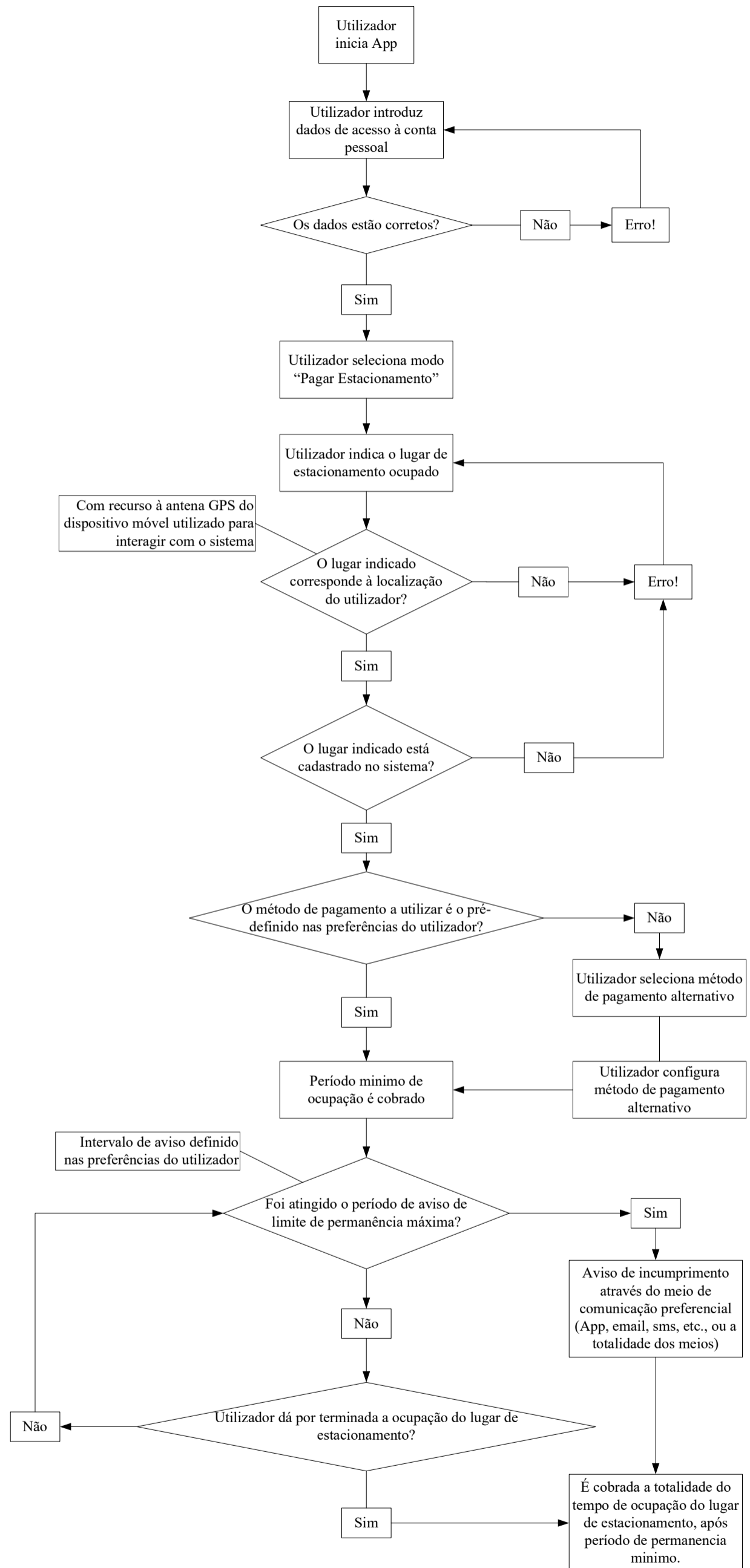


800 677 3649 802 489 7300 10516 Route 116 Suite 300, Hinesburg, VT 05461 USA
Fax: 802 489 7400 e-mail: sales@senix.com web: senix.com

Senix®
Distance Measurement

ANEXO 3 – Diagrama do Processo “Procurar Estacionamento”

ANEXO 4 – Diagrama do Processo “Pagar Estacionamento”



ANEXO 4 – Diagrama do Processo “Fiscalização”

