

MESTRADO

MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA A DECISÃO ECONÓMICA E EMPRESARIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

**DETERMINAÇÃO DE PERCURSOS PARA OS FISCAIS DE
ESTACIONAMENTO DA EMEL**

SALVADOR SASSETTI MAGALHÃES COLLAÇO

OUTUBRO - 2017

MESTRADO EM
MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA A DECISÃO
ECONÓMICA E EMPRESARIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

DETERMINAÇÃO DE PERCURSOS PARA OS FISCAIS DE
ESTACIONAMENTO DA EMEL

SALVADOR SASSETTI MAGALHÃES COLLAÇO

ORIENTAÇÃO:

PROFESSORA MARIA MARGARIDA DE OLIVEIRA
MOZ CARRAPA

ENGENHEIRO JOÃO NUNO AZEVEDO DE ALMEIDA
RIBEIRO

OUTUBRO - 2017

Índice

Índice de figuras.....	5
Índice de tabelas.....	6
Agradecimentos.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
1. Introdução.....	10
1.1. A Empresa.....	11
1.2. Secções do TFM.....	11
2. Descrição do problema.....	12
3. Pesquisa sobre o tema.....	13
3.1. Futuro da fiscalização de estacionamento.....	14
4. Fiscalização na EMEL.....	15
4.1. Legitimidade de ação.....	15
4.2. Processo de fiscalização na EMEL.....	15
4.2.1. Tipos de ocupação.....	16
4.3. Resultados da fiscalização.....	17
4.4. Números da fiscalização.....	18
5. Fases do estágio.....	19
6. Teoria.....	21
6.1. Desenvolvimento de um grafo.....	21

6.2. Cálculo da criticidade.....	22
6.3. Cálculo dos tempos	24
6.4. Meta-heurística	26
6.5. Tomada de decisão.....	28
7. Prática	29
7.1. Zona 22.....	29
7.2. Recolha e tratamento de dados	30
7.2.1. Apuramento de visitas sem produção de denúncias.....	31
7.3. Previsão de denúncias	33
7.4. Fase de testes.....	34
7.4.1. Testes preliminares.....	34
7.4.2. Semana de testes	36
7.4.2.1. Percursos propostos aos AFE	37
8. Conclusão	38
9. Desenvolvimentos futuros	39
Referências bibliográficas	40
Anexo A: Legislação.....	42
Anexo B: Área Operacional, Zona, Subzona.....	43
Anexo C: Pseudocódigo da heurística	45
Anexo D: Rendimentos da EMEL em 2016	47
Anexo E: Explicação do método de referenciação	48

Anexo F: Exemplo de percurso.....	50
Anexo G: Explicação do cálculo de tempos.....	51

Índice de figuras

Figura 1 - Artigo 14º do RGE.....	17
Figura 2 – Tipos de arcos (figura com 9 quarteirões).....	30
Figura 3 - Grafo do problema.....	30
Figura 4 – Fluxograma da informação nas Tabelas.....	32
Figura 5 - Painel de análise de previsões de Denúncias.....	34
Figura 6 - Tempos de ligação às subzonas da Zona 22.....	36
Figura 7 - Artigo 62º do RGE nº1.....	42
Figura 8 - Artigo 62º do RGE nº2,3,4.....	42
Figura 9 - Localização da Área Operacional Azul.....	43
Figura 10 - Área Operacional Azul.....	43
Figura 11 - Zonas da Área Operacional Azul.....	44
Figura 12 - Subzonas da Zona 22.....	44
Figura 13 - Segmento na Avenida Sacadura Cabral.....	48
Figura 14 - Exemplo de percurso a entregar aos AFE.....	50
Figura 15 - Segmento com 10 Lugares.....	51
Figura 16 - Lugares livres(L) e Lugares ocupados(O).....	51
Figura 17 - Lugares com dísticos(Dis) e lugares em incumprimento(Den).....	52
Figura 18 - Lugares pagos(P).....	52
Figura 19 - Pagamentos via EPARK (EP).....	53

Índice de tabelas

Tabela I - Evolução do número de lugares e de AFE (2012-2016).....	18
Tabela II - Evolução dos números das atividades de fiscalização (2012-2016).....	19
Tabela III - Resultados da fase de testes preliminares (1ª semana).....	35
Tabela IV - Resultados da fase de testes preliminares (2ª semana)	35
Tabela V - Evolução nos rendimentos por áreas (2014-2016)	47

Abreviaturas

ISEG - Instituto Superior de Economia e Gestão

EMEL - Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa

RGE - Regulamento Geral de Estacionamento

CE - Código da Estrada

AFE - Agente de Fiscalização de Estacionamento

Agradecimentos

Este trabalho apesar de ser de apenas um autor contou com a colaboração de muitas pessoas que por terem dado um contributo tão importante têm de ser mencionadas.

Quero agradecer:

- Aos orientadores, pelo ISEG, Professora Margarida Moz e pela EMEL, Engenheiro João Ribeiro, por terem sido as pessoas que acompanharam todas as fases do trabalho.
- Às outras pessoas envolvidas no protocolo entre o Instituto e a Empresa que me proporcionou a primeira experiência no mercado de trabalho: Professora Margarida Pato, Professora Cândida Mourão e Engenheiro Vasco Móra.
- Às pessoas da Empresa que contribuíram para enriquecer este trabalho e o próprio estágio: José Cardinho, George, Carla Santos, Úrsula Amorim, Elisabeth Marques, Gonçalo Martins, António Teixeira, Camilo Gonçalves, Luísa Carvalho, Gabriel, Senhor Felício, Senhor Santos e Joaquim Caracol.
- À minha família e aos meus amigos.

Resumo

Este relatório resulta de um estágio realizado na Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa (EMEL). O estágio teve como foco a área da fiscalização de estacionamento sendo o objetivo a otimização de percursos para os agentes apeados.

Apesar de o aumento verificado no número de lugares a fiscalizar estar a ser acompanhado com um aumento no número de agentes de fiscalização de estacionamento existe a preocupação de conseguir otimizar os procedimentos nesta área de operação da empresa.

Este trabalho encontra-se dividido em três partes: A primeira consiste na análise do fenómeno a ser estudado, a fiscalização de estacionamento. A segunda consiste numa abordagem teórica às componentes necessárias para a elaboração de uma proposta de resolução do problema, nesta parte foi aplicada a teoria de grafos e desenvolvido um método heurístico que constrói, em paralelo, percursos para vários agentes de fiscalização de estacionamento. A terceira trata-se da fase experimental, onde foram recolhidos e tratados os dados necessários relativos às componentes referidas anteriormente para aplicar a uma zona de atuação da empresa, com a apresentação de propostas de percursos para essa zona.

Palavras-chave: EMEL, Câmara Municipal de Lisboa, Problemas de Rotas por Arcos, Fiscalização de Estacionamento, Heurísticas, VBA.

Abstract

This report is the result of an internship in Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa (EMEL), a company that manages parking in Lisbon along other activities.

EMEL is in a tremendous expansion and wants to better manage the available resources. This report focuses on parking enforcement officers (traffic wardens) routes.

The report is divided into 3 parts: The first part is about searching and analyzing information about parking enforcement. The second part consists of a theoretical approach to the components needed to prepare a proposal for solving the problem. In this part, the graph theory was applied and a heuristic method was developed that simultaneously constructs routes for several parking enforcement agents. The third part is the experimental phase where the necessary data were collected and processed on the components referred to above to apply to a zone of activity of the company with the presentation of routes proposals for this zone.

Keywords: EMEL, Lisboa City Council, Arc Routing Problems (ARP), Parking Enforcement, Heuristics, VBA.

1. Introdução

Ao abrigo de um protocolo entre o ISEG (Instituto Superior de Economia e Gestão) e a EMEL (Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa) foi realizado um estágio com a duração de 8 meses com início a 1 de Fevereiro de 2017 e término a 29 de Setembro de 2017.

Este estágio teve como objetivo a elaboração de um Trabalho Final de Mestrado, sob a forma de relatório de estágio, tratando um problema da empresa: a otimização dos percursos para agentes de fiscalização de estacionamento.

O problema foi tratado também em âmbito de estágio curricular no ano de 2016 por Reinaldo Ferreira resultando, desse trabalho, um relatório de estágio com o título "Otimização de Percursos de Fiscalização Apeada de Estacionamento" (Ferreira, 2016).

No trabalho referido foi feito um grafo de uma zona de atuação da empresa e criado um modelo de valorização para as ligações do grafo, foram desenvolvidas heurísticas e, no final, foi realizado um período de testes para avaliação da qualidade do modelo e das heurísticas. Os percursos foram testados em partições de uma zona (subzonas), para um agente de fiscalização e para turnos de cerca de três horas e meia.

Os objetivos para este novo projeto passavam pela inclusão de informação que anteriormente não estava disponível na valorização das ligações, por ajustes decorrentes de alterações no problema, por exemplo, horários de jornada contínua

e, por fim, pelo desenvolvimento de uma heurística que permitisse gerar percursos em paralelo para vários agentes de fiscalização em vez de os gerar sequencialmente.

1.1. A Empresa

“A EMEL tem como objeto social a prestação de serviços de interesse geral no âmbito do desenvolvimento, gestão e exploração de soluções de mobilidade urbana, as quais incluem a construção, promoção e gestão de infraestruturas de estacionamento público urbano, a fiscalização do estacionamento público urbano e serviços associados, como o controlo do acesso aos bairros históricos e a vigilância de túneis, a construção e operação de infraestruturas de apoio à mobilidade pedonal, sistemas de mobilidade elétrica e produtos partilhados de mobilidade.” (EMEL, 2016)

1.2. Secções do TFM

O TFM está dividido em quatro partes. A primeira parte consiste na descrição do problema e na análise da atividade relacionada com o problema em estudo. A segunda parte trata da base teórica do trabalho, isto é, a identificação e explicação de todas as componentes necessárias para construir o modelo conceptual que permite propor soluções para o problema e tomada de decisão entre diferentes soluções. A terceira parte aplica a metodologia presente na segunda a uma zona de ação da empresa. A quarta parte apresenta as conclusões e temas para desenvolvimentos futuros.

2. Descrição do problema

O problema tratado consiste na criação de percursos para agentes de fiscalização de estacionamento (AFE) ao serviço da EMEL que percorrem a cidade a pé – agentes de fiscalização apeados.

A área geográfica de atuação da empresa está dividida em várias áreas operacionais, cada uma com um responsável e com uma equipa de agentes exclusivos. Além disso, para uma melhor gestão da fiscalização de cada uma destas áreas, estas dividem-se em várias zonas.

As ruas também se encontram divididas em troços. Estes representam partes de rua que pertencem à mesma zona, à mesma freguesia e com a mesma tarifa.

Os percursos começam e acabam num local que se designou por base.

Os percursos estão, também, limitados pela sua duração. A duração de um percurso está relacionada com os horários dos agentes, sendo estes de 7 horas diárias em regime de jornada contínua, uns com início às 8:30h, outros com início às 12:30h.

Uma solução do problema é um conjunto de percursos, em número igual ao de agentes disponíveis para um dia e para uma zona.

3. Pesquisa sobre o tema

Em relação à fiscalização de estacionamento existe alguma informação, sendo a maior parte dela relacionada com o trabalho dos agentes. Tratando-se de impor a lei e com a particularidade de muitas vezes o infrator e o agente se encontrarem frente-a-frente, existe um lado de imprevisibilidade que resulta num trabalho de risco para o agente e em curiosidade para o público.

A série de televisão *Parking Wars* (2008-2012), com mais de 100 episódios, aproveita esse combustível de imprevisibilidade na relação entre agente e infrator e mostra o dia-a-dia dos agentes de fiscalização de estacionamento, incluindo bloqueamentos e remoções, em cidades dos Estados Unidos da América.

O documentário *Confessions of a Traffic Warden Lambert* (2009) aborda a fiscalização de estacionamento, por parte de uma empresa privada, na cidade de Westminster (Inglaterra). É apresentado todo o processo pelo qual passam os agentes apeados desde a sua candidatura ao trabalho, passando pelos testes a que são sujeitos até ao momento em que fiscalizam sozinhos. O documentário também aborda a questão da pressão a que estão sujeitos os agentes para fazer o máximo de denúncias possível.

Quanto a artigos publicados pode ser referido o estudo sobre a violência e abuso sobre agentes de fiscalização de Thompson (2010). Neste estudo é de destacar a enumeração dos fatores de risco da profissão: o contacto com o público, manipulação de dinheiro, local de trabalho móvel, trabalho solitário, trabalho

nocturno e/ou em zonas com níveis de criminalidade elevados. Das sugestões que poderão reduzir as ocorrências é referida a utilização de câmaras de filmar nos agentes, uma boa coordenação com a polícia e o treino em gestão de conflitos.

Por último, é de referir um estudo realizado no Paquistão (Tabraiz et al., 2015) sobre o impacto fisiológico e psicológico do ruído do trânsito nos agentes de fiscalização. Este estudo conclui que mais de metade dos agentes analisados sofre de depressão agravada, irritação e stress. No lado fisiológico, verificou-se o aumento de problemas cardiovasculares, perdas de concentração, insónias e dores de cabeça com o aumento da exposição ao ruído.

No âmbito da investigação operacional, à parte do trabalho de Ferreira (2016), não foram encontrados artigos que tratassem do problema da otimização de percursos para agentes de fiscalização de estacionamento apeados.

3.1. Futuro da fiscalização de estacionamento

Nesta atividade existe já uma componente tecnológica de leitura ótica de matrículas que poderá representar uma diminuição no número de agentes de fiscalização necessários. Outra das ameaças ao posto de trabalho dos AFE passa por aceitar civis como vigilantes, ou seja, qualquer pessoa poder denunciar infrações de estacionamento através de uma aplicação para telemóvel e com isto obter rendimento.

4. Fiscalização na EMEL

4.1. Legitimidade de ação

A fiscalização consiste na atividade de averiguação do cumprimento da lei. De acordo com o artigo 62º do Regulamento Geral de Estacionamento e Paragem na Via Pública na cidade de Lisboa (RGE) compete à Câmara Municipal de Lisboa a fiscalização do cumprimento das disposições do referido regulamento. É ainda referido, no mesmo artigo, que a Câmara Municipal de Lisboa delega essa competência na EMEL e que os seus agentes de fiscalização são equiparados a agentes de autoridade (ver Anexo A: Legislação, Figuras 7 e 8).

4.2. Processo de fiscalização na EMEL

No seu percurso de fiscalização, um agente ao chegar a um local onde existe estacionamento de duração limitada verifica se os parquímetros estão a trabalhar corretamente. Se não existirem problemas a reportar, o agente avança para a fiscalização. Antes de iniciar o processo num troço, faz um momento de espera para permitir pagamentos de última hora e depois disso avança. Na fiscalização, deparando-se com uma viatura, num primeiro momento, procura um talão de pagamento válido ou um dístico¹. Caso nenhum dos elementos anteriormente referidos seja encontrado, realiza uma procura digital, colocando o número de matrícula da viatura no *software* EMEL presente no dispositivo móvel próprio para

¹ Dístico é o termo usado para identificação de autorização de estacionamento para casos especiais, como moradores, empresas e outros.

a operação. Por último, caso não haja correspondência na base de dados, é elaborada uma denúncia ou um aviso.

Depois da elaboração de uma denúncia pelo agente de fiscalização, pode ser necessária a intervenção da equipa de bloqueadores e depois da equipa de remoção.

4.2.1. Tipos de ocupação

Um lugar, num dado momento, se não está livre, ou está ocupado com uma viatura em cumprimento da legislação relativa ao estacionamento ou com uma viatura em incumprimento dessa mesma legislação.

No primeiro caso incluem-se:

- Pagamento com recurso a parquímetros
- Pagamento com recurso à aplicação EPARK
- Existência de um dístico válido, associado ao veículo, podendo este dístico ser de residente, empresa ou de outro tipo (por exemplo, carros elétricos durante o primeiro ano de circulação).

No segundo caso incluem-se:

- Inexistência de dístico e não pagamento
- Tempo excedido na validade do talão
- Estacionamento realizado em local proibido

4.3. Resultados da fiscalização

Do processo de fiscalização, como referido anteriormente, pode resultar a criação de denúncias ou avisos. Importa então distinguir estes dois conceitos.

O conceito de aviso resulta da possibilidade de aplicação do artigo 14º do Regulamento Geral de Estacionamento (RGE, 2006), como se pode ver na figura 1. A EMEL aplica este artigo, normalmente, aos casos em que o utente pagou pelo estacionamento e o limite de tempo foi apenas ligeiramente ultrapassado, diferenciando utentes que não pagaram de todo dos que pagaram e depois ultrapassaram o limite de tempo.

A denúncia, por sua vez, é o resultado do incumprimento ao Código da Estrada (CE) ou ao RGE. Tratando-se de uma grande variedade de comportamentos a coima relativa a cada denúncia varia de acordo com o tipo de incumprimento.

Artigo 14.º

Pagamento da ocupação indevida

1 - Sem prejuízo da aplicação de sanções que ao caso couberem, o utente que estacione sem título de estacionamento válido ou por tempo superior ao limite máximo admitido, está obrigado ao pagamento de uma quantia a título de compensação pelos prejuízos resultantes da ocupação indevida do local de estacionamento.

2 - A quantia referida no número anterior é correspondente ao dobro do valor da tarifa máxima de estacionamento do presente regulamento.

3 - Nos Eixos Tarifados Vermelhos, a quantia referida no número anterior será correspondente ao quádruplo da tarifa máxima de estacionamento prevista.

Figura 1 - Artigo 14º do RGE

4.4. Números da fiscalização

Em 2016 a EMEL tinha a gestão de 53.578 lugares e dispunha de 106 agentes de fiscalização de estacionamento apeados. Observando a Tabela I podemos constatar que tanto o número de lugares como o número de agentes de fiscalização aumentou bastante em poucos anos, sendo o número de lugares em 2016 perto do dobro do número de lugares em 2012.

Tabela I - Evolução do número de lugares e de AFE (2012-2016)

	2012	2013	2014	2015	2016
Lugares	27.754	29.920	33.980	52.018	53.578
AFE Apeados	69	61	51	102	106
Lugares por AFE	402	490	666	510	505

Fonte: Relatório e contas EMEL 2016

A área da fiscalização contribui com cerca de 18% dos rendimentos operacionais da empresa. Dentro dessa área, as contraordenações representam 1/3, sendo os restantes 2/3 obtidos pelas atividades de bloqueio e remoção (ver Anexo D: Rendimentos da EMEL em 2016).

Com a ajuda da Tabela II podemos verificar que, das atividades da fiscalização, as contraordenações (denúncias e avisos)² são as que apresentam maior aumento no período analisado. Os números das remoções são estáveis e os dos desbloqueamentos sofreram apenas um ligeiro aumento comparativamente ao aumento das contraordenações. Fazendo um pequeno exercício, considerando 303

² Para simplificação os avisos são incluídos nas denúncias

dias de atividade em 2016, concluímos que por dia, em média, são aplicadas perto de 1.500 contraordenações, 150 desbloqueamentos e 30 remoções.

Tabela II - Evolução dos números das atividades de fiscalização (2012-2016)

	2012	2013	2014	2015	2016
Denúncias e Avisos	250.260	212.204	312.044	342.800	451.595
Desbloqueamentos	31.960	30.777	29.480	43.081	44.227
Remoções	9.085	10.260	9.950	10.232	9.617

Fonte: Relatório e contas EMEL 2016

5. Fases do estágio

Durante o decorrer do estágio foram surgindo diversos desafios que, depois de ultrapassados, se tornaram aprendizagens. Numa primeira fase, como no ano anterior tinha sido desenvolvido um trabalho semelhante, foi necessário analisar o que tinha sido feito. Como os dados a recolher se encontravam na base de dados da empresa e apenas disponíveis através da linguagem *Structured Query Language* (SQL) foi dedicado algum tempo a aprender essa linguagem. Nesta fase inicial foi ainda feita pesquisa bibliográfica com o objetivo de perceber os desenvolvimentos existentes em relação ao problema em estudo.

Depois, surgiram as primeiras formulações da função de valorização e, já com a capacidade de recolha de informação adquirida, foram então recolhidos e tratados os dados necessários.

Na fase seguinte, foi criada uma base de dados em *Access* que permite o cálculo da valorização e o cálculo dos tempos de deslocação e fiscalização. Nesta base de dados, ao contrário do trabalho de Ferreira (2016), foi possível integrar

informação sobre visitas dos agentes, mesmo não havendo denúncias. Desenvolveu-se um novo método de previsão de denúncias e um método de apresentação e análise destas. Foi, também, feito o primeiro acompanhamento de um agente num percurso de fiscalização com deslocação ao "terreno", o que foi de extrema importância para a compreensão do problema e que contribuiria para o desenvolvimento de um modelo mais próximo da realidade.

De seguida, o foco do trabalho passou para a construção de um grafo. Nesta fase, o objetivo passou por compreender o processo desde a observação do local, passando pelo desenho até à inclusão da informação na base de dados. O grafo construído distingue-se do grafo de Ferreira (2016) porque não tem em consideração os sentidos de trânsito, pois os agentes se deslocam a pé. Em Ferreira (2016) havia a restrição de a fiscalização ser feita ao contrário do sentido de trânsito.

Com o grafo e valorização realizados surge a fase das heurísticas. Foi então criada e codificada uma meta-heurística para vários percursos paralelos. Obtidos os primeiros resultados foram elaborados os indicadores para decidir entre várias propostas de percursos. Uma nova fase de validação do modelo consistiu em comparar soluções da heurística com os percursos efetivamente realizados pelos agentes de fiscalização para a mesma zona, no mesmo período de tempo. Por outro lado, percursos dados pela solução heurística foram realizados pelos agentes e os resultados obtidos comparados com os resultados esperados.

6. Teoria

Nesta secção são apresentadas e explicadas as componentes necessárias à elaboração de percursos e análise destes: 1) desenvolvimento de um grafo, 2) cálculo da criticidade, 3) cálculo dos tempos, 4) heurística e 5) tomada de decisão.

6.1. Desenvolvimento de um grafo

Para representar o problema recorreu-se a um grafo orientado.

Os arcos representam frentes de quarteirão e os vértices representam cruzamentos, entroncamentos ou becos.

Neste grafo os arcos designam-se por conetores se são percorridos sem fiscalização e segmentos se são percorridos com fiscalização.

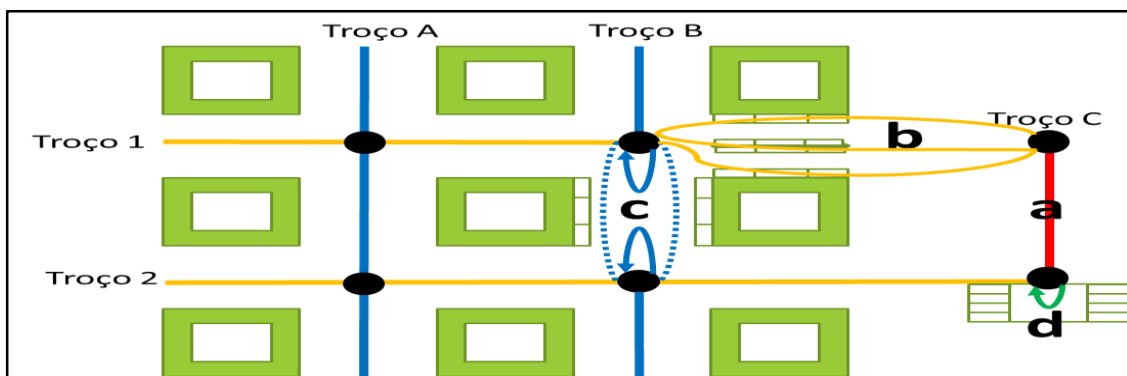


Figura 2 - Tipos de arcos (figura com 9 quarteirões)

Ligações entre dois vértices:

- 1) Se não for possível fiscalizar origina um conetor (caso a na figura 2).
- 2) Se a frente de quarteirão tiver estacionamento apenas de um lado - uma bateria de estacionamento, ou tiver placa central origina um segmento (caso b na figura 2).

- 3) Se a frente de quarteirão tiver duas baterias de estacionamento origina dois lacetes, um para cada vértice, representando a possibilidade de fiscalizar o mesmo segmento com início num ou no outro vértice e fim no mesmo em que se iniciou (caso c na figura 2).

Existem, ainda, casos de segmentos a fiscalizar correspondentes a algumas praças e alguns parques que são representados no grafo através de lacetes (caso d na figura 2).

6.2. Cálculo da criticidade

A criticidade é um atributo dos segmentos que permite distingui-los quanto à necessidade de fiscalização e é medida em pontos.

Sendo o objetivo final conceber percursos constituídos por segmentos é necessário aplicar critérios que os distingam. Foram, então, propostos dois critérios: um relacionado com o histórico de denúncias e o outro com o tempo sem fiscalização.

O primeiro critério designa-se por "Pontos por denúncias" e tem como finalidade valorizar mais os segmentos com histórico de denúncias mais elevado, a determinada hora.

O cálculo dos "Pontos por denúncias" para um dado segmento, para uma dada hora, é feito através da média das denúncias ponderadas para esse segmento, para essa hora, num número de dias anteriores previamente fixado.

O conceito de denúncia ponderada surge pelo facto de existir uma hierarquia de denúncias, por exemplo *“estacionar na passagem assinalada para a travessia de peões, dificultando a passagem dos mesmos”* corresponde a denúncia com prioridade máxima, prioridade tipo 1, *“estacionar em zona de estacionamento de duração limitada, sem efetuar o respetivo pagamento”*, prioridade tipo 2 e *“estacionar em zona de estacionamento de duração limitada, tendo excedido o tempo constante no título de estacionamento”*, prioridade tipo 3. Portanto, a ponderação é feita através da atribuição de 30 pontos a denúncias do tipo 1, 20 pontos a denúncias do tipo 2 e 10 pontos a denúncias do tipo 3.

O segundo critério designou-se por *“Pontos por tempo sem fiscalização”* e tem como finalidade penalizar a ausência de fiscalização e, com isso, evitar uma grande diferença no tempo sem fiscalização entre os diferentes segmentos.

Depois de realizado um teste de correlação verificou-se que os *“Pontos por denúncias”* e o número de dias sem fiscalização apresentaram uma correlação nula. Logo, ao incluirmos esta segunda parcela relacionada com o número de dias passados sem fiscalização estamos a acrescentar informação relevante ao modelo.

Em relação à importância dos dois critérios, o primeiro é claramente mais importante. O segundo serve para não desprezar segmentos que historicamente não têm tanto incumprimento mas que também devem ser fiscalizados. Para ter isso em consideração no modelo foi colocado um valor máximo de 20 pontos na

parcela “Pontos por tempo sem fiscalização”, equivalente a uma denúncia do tipo 2 nas visitas realizadas a um dado segmento, a uma dada hora.

O cálculo dos “Pontos por tempo sem fiscalização” é feito da seguinte forma: cada dia sem fiscalização até ao 5º dia útil vale 1 ponto, do 6º até ao 15º dia útil vale 0,5 pontos. Ao cálculo anterior soma-se o produto do número de lugares do segmento por 0,1. Quando os 15 dias úteis são ultrapassados são atribuídos os 20 pontos máximos anteriormente referidos, independentemente do número de lugares.

Existe ainda uma terceira parcela com o nome de “Majoração” que permite alterar a criticidade de um segmento por razões não incluídas nas outras duas parcelas, como por exemplo, segmento em obras.

6.3. Cálculo dos tempos

O problema em estudo tem uma componente muito importante relacionada com o tempo, seja pelo facto de a valorização de cada segmento variar de hora para hora, seja porque os percursos têm limite de tempo. Nesse sentido, surgem dois tempos diferentes a serem incluídos no problema, o tempo de deslocação no segmento ou conetor e o tempo de fiscalização no segmento (ver Anexo G).

O primeiro consiste no tempo necessário para percorrer o segmento, sem realizar paragens. O seu valor obtém-se dividindo o comprimento do segmento por uma velocidade pedonal média.

O segundo consiste no tempo necessário para realizar as diferentes atividades de fiscalização, isto é, as atividades presentes no processo de fiscalização anteriormente descrito. O seu valor obtém-se somando os tempos esperados para realizar cada uma das atividades que se apresentam de seguida:

- Procura visual: para calcular o tempo de procura visual para um dado segmento, para uma dada hora, é necessário saber o número de lugares existentes nesse segmento, a percentagem de ocupação esperada para essa hora e o tempo esperado para procurar um talão ou dístico num veículo. Multiplicando esses três valores obtém-se o tempo de procura visual para esse segmento para essa hora como se exemplifica no anexo G e figura 15;
- Procura digital: para calcular o tempo de procura digital para um dado segmento, para uma dada hora, é necessário saber o número de lugares existentes nesse segmento, a percentagem de ocupação esperada para essa hora, a percentagem de pagamentos realizados através da aplicação EPARK nessa Zona, as denúncias esperadas para esse segmento, para essa hora e o tempo esperado de uma procura digital (Anexo G e Figuras 16, 17 e 18);
- Tempo de elaboração de denúncias: o tempo de elaboração de denúncia para um dado segmento, para uma dada hora, obtém-se multiplicando as denúncias esperadas para esse segmento, para essa hora, pelo tempo esperado de elaboração de uma denúncia.

Importa referir que em Ferreira (2016) se considera que para todos os segmentos, para todas as horas, a ocupação esperada era constante. Como na realidade não é isso que acontece a ocupação esperada passou a ser diferenciada pela hora.

6.4. Meta-heurística

O método heurístico proposto para a obtenção de soluções tem quatro características: o paralelismo, a sequencialidade, a aleatoriedade e a obtenção de várias soluções (Ver Anexo C: Pseudocódigo da heurística).

- Paralelismo porque os percursos para os vários agentes vão sendo construídos ao mesmo tempo, não sendo necessária a conclusão de um para o início da construção de outro.
- Sequencialidade no sentido de existir uma ordem pré-definida na atribuição de segmentos/conectores a cada percurso.
- Aleatoriedade na escolha dos segmentos iniciais para cada um dos percursos.
- Esta heurística também proporciona a obtenção de várias soluções admissíveis, isto é, vários conjuntos de percursos.

O procedimento tem início com a introdução de informação: i) número de agentes disponíveis; ii) horas e minutos de início do turno; i) duração do turno; iv) número de soluções pretendidas.

Introduzidas as informações indicadas, o procedimento é dividido em duas fases.

Na primeira fase, para cada solução:

1. Para a hora inserida, procurar os $2n$ segmentos com maior criticidade por minuto, isto é, a criticidade a dividir pelos tempos de deslocação e fiscalização somados (sendo n o número de percursos a construir, igual ao número de agentes).
2. Para cada percurso,
 - 2.1. Escolher aleatoriamente, um dos $2n$ segmentos ainda não selecionados e inserir no percurso.
 - 2.2. Actualizar o tempo total de percurso somando o tempo de deslocação e fiscalização do segmento selecionado ao tempo de ligação à base.

Na segunda fase, para cada solução, os percursos vão sendo construídos paralelamente juntando a cada um, em cada momento, o segmento com maior criticidade por minuto que não tenha ainda sido escolhido ou um conector, com ligação ao último segmento/conector escolhido para o percurso até que esgota a duração do turno descontada do tempo de regresso à base.

O procedimento impede situações em que são escolhidos dois conectores seguidos em que o início do primeiro coincide com o final do segundo, ou seja,

situações em que após duas iterações se volta ao mesmo local sem fiscalizar (foi perdido tempo e não foi acrescentada criticidade).

Em caso de empate na escolha do segmento com maior criticidade por minuto escolhe-se o segmento com menor tempo de deslocação e tempo de fiscalização somados.

Segmentos fiscalizados numa dada hora não podem voltar a ser fiscalizados nas duas horas seguintes.

6.5. Tomada de decisão

Obtidas as diferentes soluções cabe ao decisor escolher qual delas aplicar.

O decisor pode preferir a solução que apresenta menos tempo em conetores ou a solução com maior dispersão geográfica ou a solução com maior número de denúncias previstas ou a solução que apresenta maior criticidade, sendo a criticidade da solução igual à soma da criticidade dos percursos que a compõem.

Normalmente, a solução com maior criticidade é das que têm menos tempo em conetores e maior número de denúncias previstas sendo, por isso, um bom critério.

7. Prática

Esta parte do trabalho começa com a apresentação da zona de Lisboa em que se vai aplicar a metodologia desenvolvida e do correspondente grafo, na secção 7.1. De seguida, na secção 7.2, é abordada a questão da obtenção das visitas em locais onde não foram produzidas denúncias. As restantes secções tratam da previsão de denúncias e da fase de testes.

7.1. Zona 22

A extensão geográfica do problema compreende a Zona 22 que pertence à área operacional Azul (ver Anexo B: Área Operacional, Zona, Subzona; Figuras 9 a 12). Esta zona é delimitada a oeste pelas Ruas de Entrecampos e Arco do Cego, a norte pela linha de comboio, a este pelas Avenidas Almirante Gago Coutinho e Almirante Reis e a sul pela Alameda Dom Afonso Henriques e pela Avenida António José de Almeida.

De todas as zonas de atuação da EMEL a Zona 22 é a que tem mais lugares de estacionamento (3576) e mais parquímetros (135). Para mostrar a diferença existente entre as zonas podemos comparar com a zona de Santos (Zona 28) que dispõe de 63 lugares e 3 parquímetros.

Na Figura 3 está o grafo associado à Zona 22. A linha de vértices vertical central representa a Avenida de Roma e a linha de vértices horizontal central representa a Avenida João XXI. Com estas duas linhas são obtidas as quatro

subzonas (ver Figura 12, Anexo B) . Os conetores estão representados a tracejado e os segmentos a cheio.

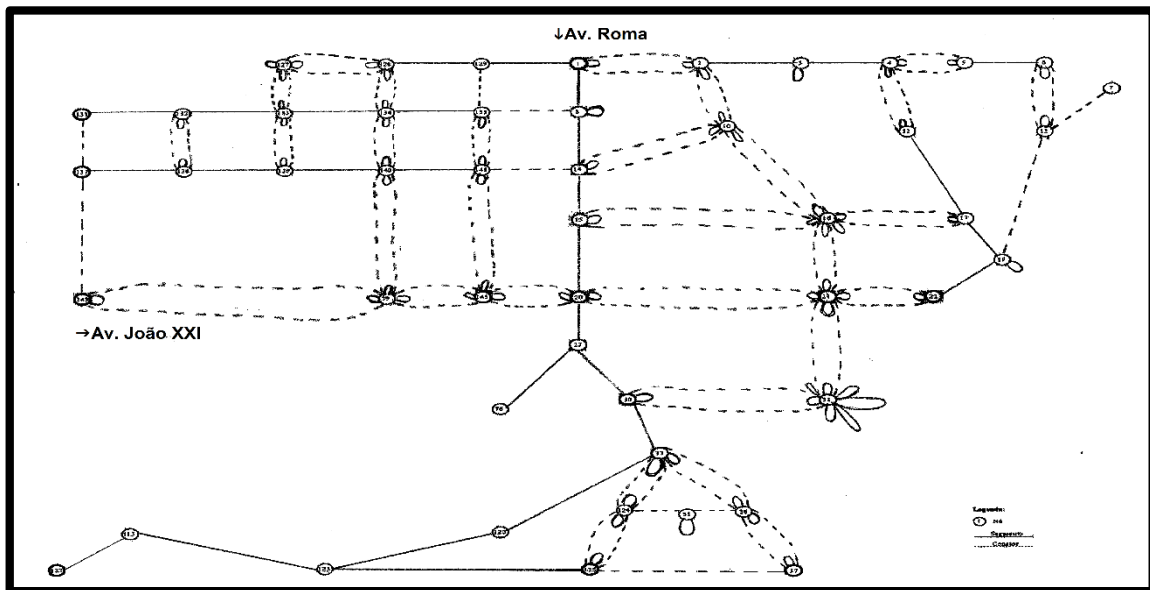


Figura 3 - Grafo da Zona 22

7.2. Recolha e tratamento de dados

Os dados necessários encontravam-se na base de dados da empresa disponível através da linguagem SQL. Foi então imperativo, antes da recolha de dados, aprender a linguagem referida. Depois foram indicadas pela empresa duas tabelas da referida base de dados com os dados relativos à informação para a alimentação do modelo.

Na primeira tabela, com o nome de "fiscalização", encontram-se reportadas todas as contraordenações. Para cada contraordenação é possível saber a localização da ocorrência (Área Operacional, Zona, Troço), a data, a hora, a identificação do agente, descrição da contraordenação, entre outros dados.

A segunda tabela, com o nome de “contagens”, contém informação agregada relativa aos tipos de ocupação, isto é, na primeira tabela retiramos informação do tipo: “uma denúncia, em determinado local, em determinada hora”, na segunda tabela informação do tipo: “dez dísticos, em determinado local, em determinada hora”. Contudo, esta segunda tabela apresenta ainda certos problemas, sendo um dos mais importantes a não concordância pontual com a primeira tabela apresentada. Por exemplo, sendo as contraordenações tipos de ocupação, então o número de contraordenações em determinado local a determinada hora deveria coincidir nas duas tabelas e nem sempre isso se verifica. Outro problema é o facto de a tabela “contagens” só disponibilizar informação sobre troços e seria necessária também informação sobre o número de porta, e o lado de estacionamento para apurar os dados relativos aos segmentos.

Posto isto, no apuramento de contraordenações foi usada a primeira tabela sem limitações e a segunda de forma mais prudente, tal como explicado na secção seguinte).

7.2.1. Apuramento de visitas sem produção de denúncias

Na fase de tratamento de dados um dos grandes desafios passava por apurar situações em que determinado segmento foi visitado mas que não foi realizada qualquer contraordenação. Se nos socorrermos apenas da tabela “fiscalização” apeada não conseguimos esse tipo de informação, pois como referido na explicação sobre essa tabela, apenas se encontra informação sobre denúncias

reportadas. Sabendo das limitações da tabela "contagens" foi proposto o seguinte método: para um determinado segmento, para uma determinada hora, para um determinado dia, se na tabela "fiscalização" não existir informação e se na tabela "contagens" existir mas não relativa a contraordenações, para o troço a que pertence esse segmento, estamos, então, perante um caso de uma denúncia igual a zero, ou seja, uma visita onde não foi produzida qualquer denúncia (ver Figura 4).

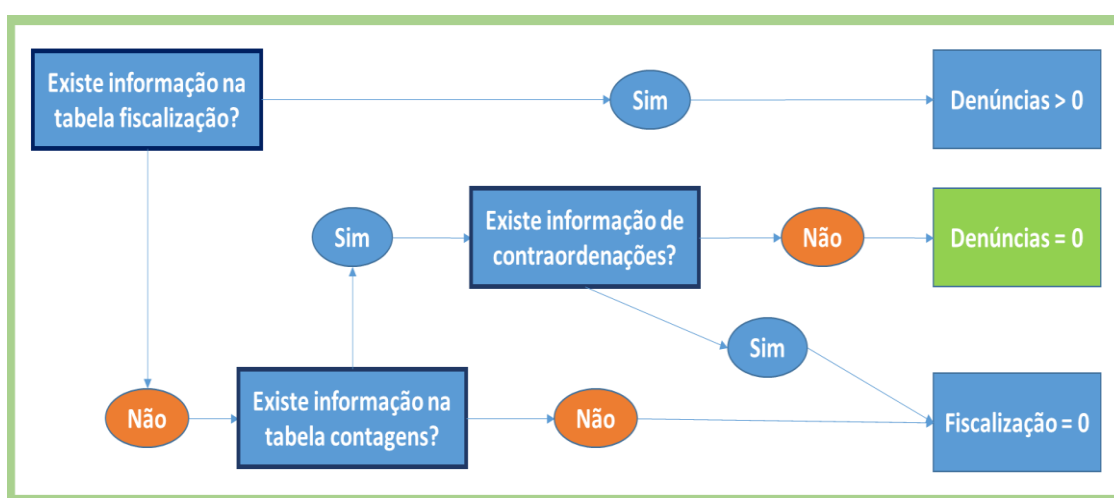


Figura 4 - Fluxograma da informação nas Tabelas

Pode parecer contraditório afirmar que não existe fiscalização quando existe informação na tabela "contagens" mas pretende-se com isto mostrar o valor dado à informação de cada tabela e considerou-se que apenas existe uma denúncia quando esta é reportada na tabela "fiscalização".

Concluindo, o ideal seria uma correspondência de informação entre as duas tabelas e que a tabela "contagens" dispusesse dos dados necessários à conversão

de troços em segmentos. Quando isso acontecer apenas será necessário recorrer à tabela "contagens".

7.3. Previsão de denúncias

A previsão de denúncias foi um dos pontos de trabalho onde foi investido muito tempo por ser de grande importância. Esta importância advém de dois fatores: primeiro, surge no cálculo do tempo de fiscalização, ou seja, um erro na estimação provocará desfasamentos nos percursos. Segundo, trata-se de uma informação relevante para comparar percursos.

Como a informação disponível e o intervalo de tempo entre observações variam bastante de caso para caso (segmento, hora), utilizou-se a média das denúncias obtidas nas visitas até 12 semanas anteriores à previsão.

Após a análise dos erros de previsão verificou-se que seria necessário adicionar um valor constante aos valores obtidos pelo método anterior. Recorreu-se a um valor constante para horas do período da manhã (9h-13h) e a outro valor constante para horas do período da tarde (14h-18h).

Foi criado um documento em formato Excel (ver Figura 5) que permite comparar as previsões com as denúncias efetuadas, usando diferentes filtros espaciais e temporais. Isto é, é possível comparar as previsões com as denúncias efetuadas para um dado segmento, para um dado mês, para uma dada hora. Tratando-se de informação confidencial, a Figura 5 serve apenas para mostrar visualmente o documento em questão.

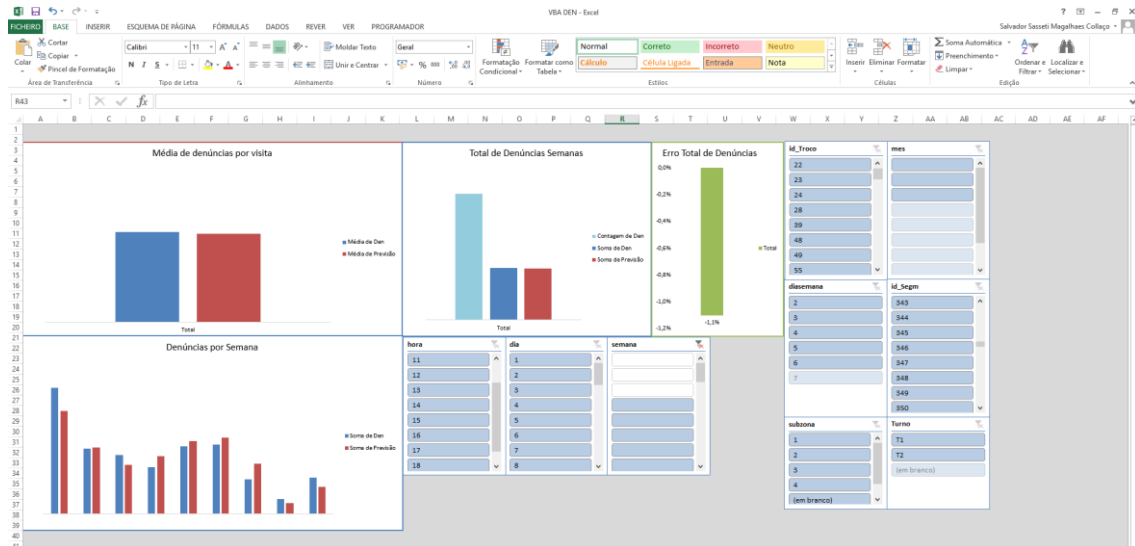


Figura 5 - Painel de análise de previsões de Denúncias

7.4. Fase de testes

7.4.1. Testes preliminares

Estes primeiros testes serviram para avaliar a qualidade do modelo quanto à previsão de denúncias e criticidade em comparação com percursos já efetuados. Em relação aos tempos não foi possível avaliar a qualidade do modelo, porque não existe informação suficiente sobre tempos de percursos efectuados.

Para isso pretendeu-se encontrar agentes que apenas tenham fiscalizado na zona em estudo (Zona 22) durante todo o turno e que a duração do turno fosse consistente para os vários dias analisados. Dessa pesquisa resultou a análise dos

dias 21 a 25 de Agosto de 2017 (ver Tabela III). Nesses dias deu-se o caso de um mesmo agente ter fiscalizado a Zona 22 e sempre com início do turno por volta das 9h e fim de turno por volta das 14h, ou seja, 5 horas de trabalho. Condições semelhantes foram encontradas na semana de 4 a 8 de Setembro de 2017 (ver Tabela IV), mas neste caso para um turno das 12h às 18h, ou seja, 6 horas de trabalho.

Tabela III - Resultados da fase de testes preliminares (1ª semana)

Dia	Denúncias	Previsão		Criticidade	Previsão	
21/8	7	6		239,5	213	
22/8	11	7		276,4	186	
23/8	9	4		257,7	189	
24/8	8	7		206,4	147	
25/8	9	2		206,5	76	

Tabela IV – Resultados da fase de testes preliminares (2ª semana)

Dia	Denúncias	Previsão		Criticidade	Previsão	
4/9	4	8		236,3	351,55	
5/9	11	6		270,8	228,94	
6/9	8	3		244,3	197,47	
7/9	9	5		260,2	201,94	
8/9	12	5		335,7	237,9	

A previsão de denúncias é bastante difícil e por isso a capacidade de previsão de denúncias do modelo foi avaliada para as denúncias produzidas na Zona 22, por semana. No caso dos testes preliminares realizados, a previsão é relativa a denúncias realizadas por um agente durante um turno e essa pode ser a razão dos erros de previsão.

Quase todos os dias analisados resultaram em subestimação do número de denúncias e da criticidade. Apenas no dia 4 de Setembro isso não acontece.

7.4.2. Semana de testes

Um dos pontos essenciais nesta fase passa pela fácil compreensão do percurso a realizar pelo agente de fiscalização. Para isso foi alterada a forma como são indicados os segmentos, substituindo a utilização dos números de porta por uma lógica de intersecção de troços em que é referido o troço a fiscalizar com a indicação da intersecção inicial e da intersecção final (Ver anexo E Figura 13 e Anexo F Figura 14).

A cada segmento foi associado um símbolo que representa o tipo de perfil de fiscalização desse segmento:

→ representa segmentos com fiscalização num sentido

Z representa segmentos com placa central

⌢ para segmento com fiscalização a começar e terminar no mesmo local

Os tempos de ligação da base aos segmentos encontram-se por subzonas, isto é, se, por exemplo, o segmento se encontra na subzona 1 o tempo esperado de ligação à base é de 20 minutos (ver Figura 6 e anexo B Figura 12).



Figura 6 - Tempos de ligação às subzonas da Zona 22

7.4.2.1. Percursos propostos aos AFE

Foram apenas executados dois percursos propostos pelo modelo, o primeiro no dia 18 de Setembro de 2017 e o segundo no dia 25 de Setembro de 2017.

Na reunião prévia à execução do primeiro percurso, o chefe de equipa da área onde o percurso seria aplicado alertou para problemas técnicos, mais especificamente parquímetros não operacionais e problemas de rede nos dispositivos de apoio à fiscalização. Isto levou a que fosse feita uma alteração nos tempos de fiscalização para cobrir esses problemas.

O primeiro percurso decorreu sem que os problemas referidos se verificassem.

A AFE que efetuou o percurso proposto encontrou cerca do dobro de situações de incumprimento das encontradas, em média, em percursos anteriores.

No segundo percurso apareceram os referidos problemas técnicos que levaram a que algumas fiscalizações de segmentos fossem terminadas antes da fiscalização de todos os veículos. As situações de incumprimento encontradas foram próximas da média das situações encontradas pelo AFE em percursos anteriores e o número de veículos fiscalizados ficou muito acima da média de percursos anteriores.

8. Conclusão

No âmbito do protocolo entre a EMEL e o ISEG que permitiu o meu estágio na EMEL desenvolvi uma metodologia que produz soluções para o problema da determinação de percursos para os fiscais de estacionamento da EMEL.

Com base na análise dos dados incluindo os que foram integrados foi construída uma meta-heurística e foi aplicada numa zona gerida pela empresa com a colaboração de agentes de fiscalização.

Os agentes de fiscalização envolvidos foram recetivos aos percursos propostos e os resultados foram animadores. Seria importante uma fase de testes mais extensa para validar a capacidade do modelo.

A metodologia desenvolvida produz múltiplas soluções o que permite ao decisor, o chefe de equipa de agentes de fiscalização, a escolha da solução que melhor se adequa segundo outros critérios que surjam no momento em que os agentes partem para a fiscalização, nomeadamente, o estado dos arruamentos da zona, o estado dos parquímetros, entre outros.

9. Desenvolvimentos futuros

No futuro será importante incorporar informação sobre a localização dos parquímetros nos percursos de fiscalização uma vez que os agentes têm de os testar antes de iniciar o processo.

Tratando-se de uma empresa que passa por uma fase de grande crescimento algumas das premissas do trabalho foram sendo alteradas num curto espaço de tempo. Em relação à restrição geográfica para os percursos, se no trabalho realizado no ano anterior um percurso se restringia apenas a uma subzona (partições de zona), este trabalho iniciou-se com a possibilidade dos percursos se desenrolarem por toda uma zona. Na parte final do projeto, quando foram analisados os percursos que estavam a ser efetuados na realidade, observou-se que os agentes estavam a fiscalizar várias zonas (da mesma área operacional) e com isto surgiu um desfasamento entre o modelo criado e a realidade. Concluindo, numa possível continuação deste projeto, é fundamental fazer corresponder o grafo à restrição geográfica real.

Por último, seria interessante identificar combinações de "segmentos/horas" em que apenas existe pagamento à passagem de um AFE. Para estes casos a restrição de não fiscalizar nas horas seguintes poderia ser alterada, pois o utilizador que se aperceber que nas próximas duas horas não há fiscalização, pagará apenas o montante mínimo e apenas quando vir o fiscal ou for avisado da sua aproximação.

Referências bibliográficas

EMEL (2016). Plano de Prevenção de Riscos de Gestão. Disponível em:

https://www.emel.pt/fotos/legislacao/plano_de_prevencao_de_riscos-vf_28552840757c1bc51dca59.pdf

EMEL (2017). Relatório e Contas EMEL 2016. Disponível em:

https://www.emel.pt/fotos/financeiro/relato_rio__contas_emel_2016_117567104659197e7cbef61.pdf

Regulamento Geral de Estacionamento e Paragem na Via Pública na cidade de Lisboa. 2.º Suplemento ao Boletim Municipal N.º 1180, Setembro de (2016).

Disponível em:

https://www.emel.pt/fotos/legislacao/boletim_municipal_lr_2329090259d4c194e916e.pdf

https://www.emel.pt/fotos/legislacao/regulamento_geral_de_estacionamento_republicac_a_o_abril_2014_142367367354242e0c88225.pdf

Código da Estrada. Disponível em:

https://www.emel.pt/fotos/legislacao/co_digo_da_estrada-janeiro_2014_4934275454242c465dbe2.pdf

Ferreira R. (2016). Otimização de Percursos de Fiscalização Apeada de Estacionamento. Disponível em:

<https://www.iseg.ulisboa.pt/aquila/getFile.do?fileId=844487&method=getFile>

Lambert O. (2009). Confessions of a Traffic Warden.

Disponível em: <http://www.ollylambert.com/confessions/>

Thompson M. (2010). An analysis of the extent of workplace violence in the Parking Enforcement Sector: A study of violence and abuse towards Parking

Enforcement Staff in Bournemouth. Disponível em:

[http://www.britishparking.co.uk/write/Documents/Library/Reports%20and%20rese](http://www.britishparking.co.uk/write/Documents/Library/Reports%20and%20research/Dissertation-)

[arch/Dissertation-](http://www.britishparking.co.uk/write/Documents/Library/Reports%20and%20research/Dissertation-%20Workplace%20violence%20in%20the%20parking%20sector%20-)

[%20Michael%20A%20Thompson.pdf](http://www.britishparking.co.uk/write/Documents/Library/Reports%20and%20research/Dissertation-%20Workplace%20violence%20in%20the%20parking%20sector%20-%20Michael%20A%20Thompson.pdf)

Tabraiz S. & Ahmad S. & Shehzadi I. & Asif M. B. (2015). Study of physiological effects on traffic wardens due to traffic noise pollution; exposure-effect relation. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 13:30.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4434876/>

Parking Wars (2008-2012) A&E Network television series

Anexo A: Legislação

TÍTULO V**FISCALIZAÇÃO***Artigo 62.º***Entidades competentes**

1 - Sem prejuízo da competência atribuída por Lei a outras entidades, a fiscalização do cumprimento das disposições do presente regulamento compete à Câmara Municipal de Lisboa e será exercida através do pessoal de fiscalização designado para o efeito, devidamente identificado.

Figura 7 - Artigo 62º do RGE nº1

2- A Câmara Municipal de Lisboa delega na EMEL a competência para a execução e fiscalização das disposições do presente regulamento e reconhece, para os devidos e legais efeitos, os agentes de fiscalização ao serviço da EMEL como devidamente habilitados para o exercício das respetivas funções.

3 - Para efeito do disposto no artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 44/2005, de 23 de fevereiro, são equiparados a agentes de autoridade os agentes de fiscalização ao serviço da EMEL.

4 - Sem prejuízo dos limites legais em matéria de competência para a fiscalização do cumprimento das disposições do código da estrada e legislação complementar, a EMEL poderá ser coadjuvada, no exercício das suas funções de fiscalização, por entidades por si contratadas.

Figura 8 - Artigo 62º do RGE nº2,3,4

Anexo B: Área Operacional, Zona, Subzona



Figura 9 - Localização da Área Operacional Azul

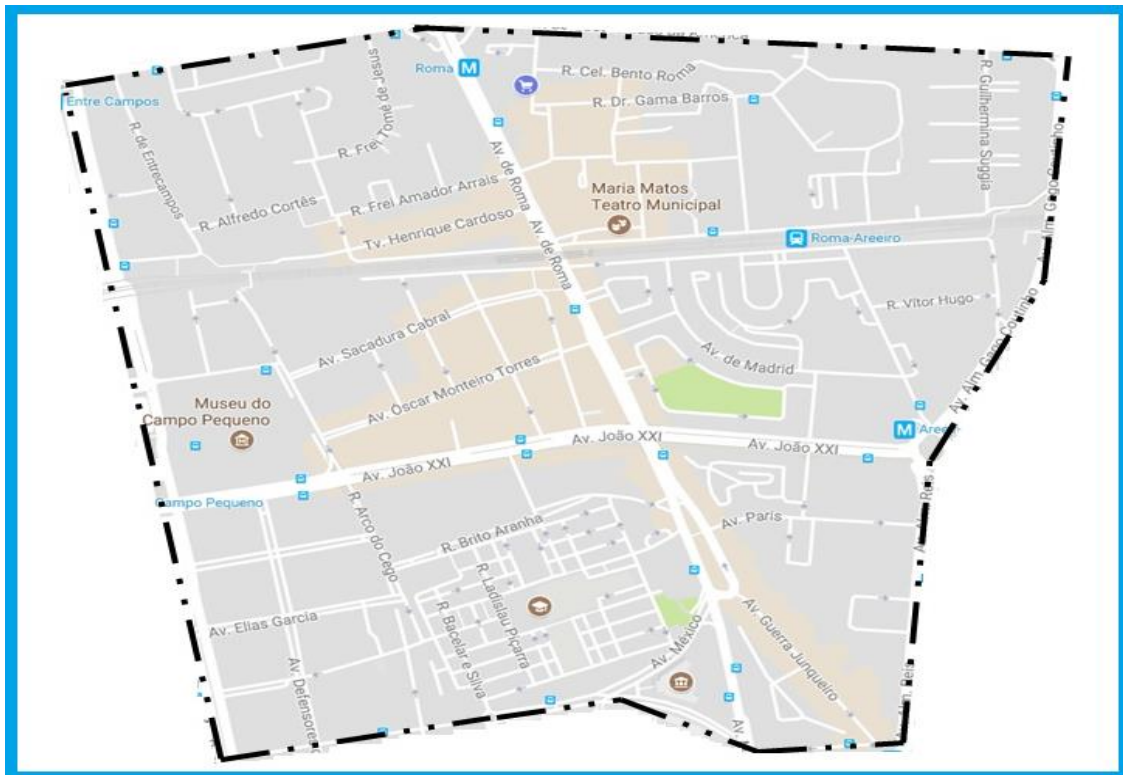


Figura 10 - Área Operacional Azul

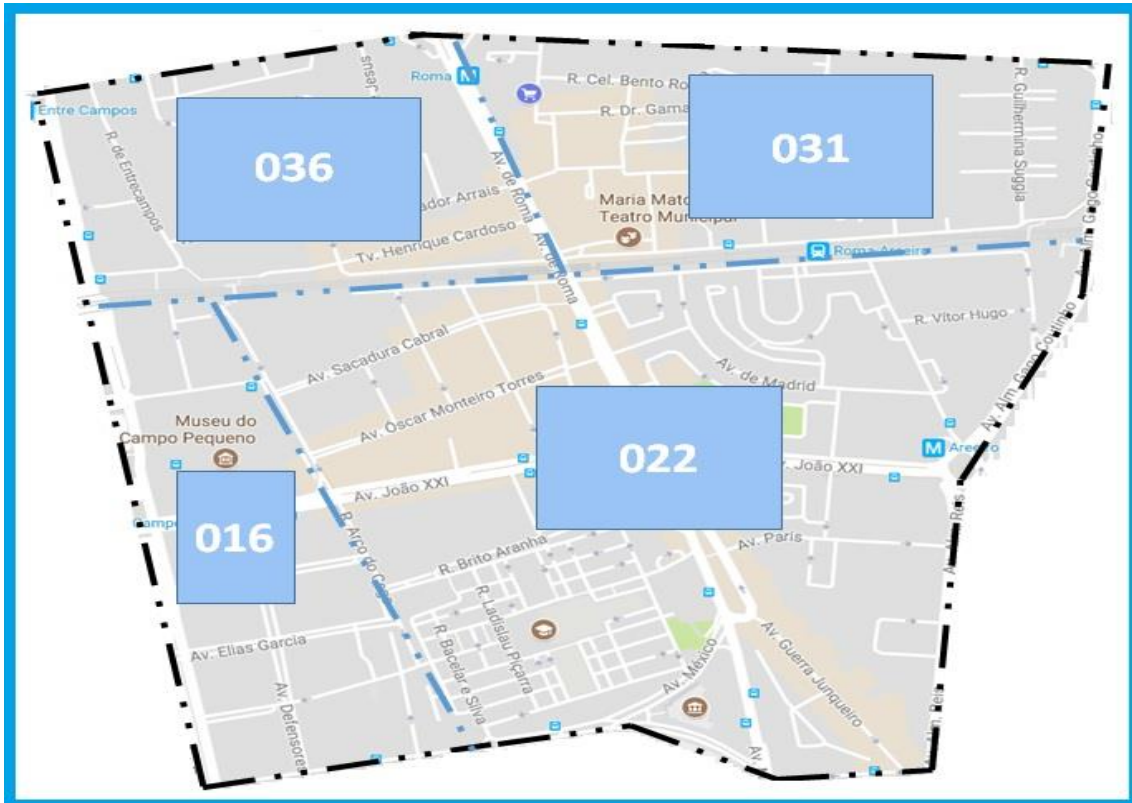


Figura 11 - Zonas da Área Operacional Azul



Figura 12 - Subzonas da Zona 22

Anexo C: Pseudocódigo da heurística

Inicialização:

Seja n o número de percursos de uma solução e s o número de soluções pretendidas;

Para $i = 1$ até s ;

Fazer:

H_j - Hora de início do percurso j ($j=1, \dots, n$)

T_j - Duração máxima, em minutos, do percurso j ($j=1, \dots, n$)

h_j - Momento (hora) da escolha de um segmento para incluir no percurso j ($j=1, \dots, n$)

De entre os $2 \cdot n$ segmentos com maior criticidade por minuto na hora h_j , escolher aleatoriamente, n segmentos distintos;

Retirar a T_j o tempo de ligação entre a subzona onde se encontra o segmento escolhido para o percurso j e a base.

Próximo i

Passo iterativo:

Para $i = 1$ até s ;

Para $j = 1$ até n

Escolher

o segmento/conetor:

- Com vértice inicial igual ao vértice final do último segmento/conetor acrescentado ao percurso j
- Com maior criticidade por minuto na hora hj
- E que respeite as seguintes “regras”:
 - Segmentos escolhidos numa dada hora não podem voltar a ser escolhidos nas duas horas seguintes.
 - No caso de existirem dois ou mais segmentos\conectores disponíveis com o melhor valor de criticidade por minuto deve ser escolhido o que tiver associado menor tempo total: (deslocação + fiscalização).
 - Não é permitido percorrer um conetor com determinado vértice inicial e vértice final e, de seguida, percorrer outro conetor com vértice final igual ao vértice inicial do anterior.

Repetir até atingir tempo de percurso T_j com a dedução do tempo de ligação à base.

Próximo j

Próximo i

Fim

Anexo D: Rendimentos da EMEL em 2016

Tabela V - Evolução nos rendimentos por áreas (2014-2016)

	2014	2015	2016
Estacionamento	19.802	21.142	21.804
Via Pública	16.424	17.651	18.291
Parques	3.378	3.491	3.512
Fiscalização	4.700	5.998	5.524
Bloqueios e Remoções	2.994	3.856	3.716
Contraordenações	1.706	2.142	1.808
Residentes	1.506	1.739	1.876
Outros Rendimentos Operacionais	1.863	962	1.637
Rendimentos Operacionais Total	27.872	29.841	30.841
Outros Rendimentos	35	4	61
Total de Rendimentos	27.907	29.845	30.903

Fonte: Relatório e contas EMEL 2016

Números em milhares de euros

Anexo E: Explicação do método de referenciação

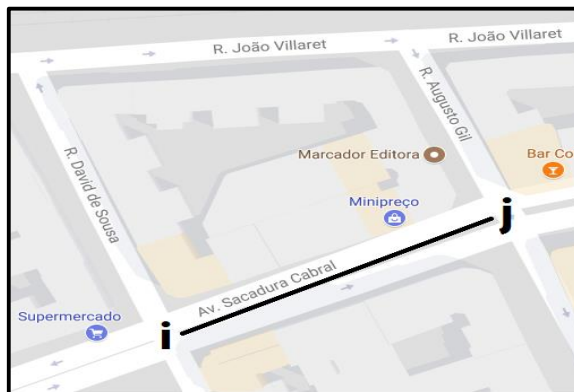


Figura 13 - Segmento na Avenida Sacadura Cabral

Como exemplo suponha-se que o segmento a fiscalizar é o que se encontra assinalado na imagem. Para isso, primeiro, indica-se o troço a que pertence o segmento a fiscalizar, neste caso, o troço referente à Avenida Sacadura Cabral.

Como pretendemos que apenas parte do troço seja fiscalizado é necessária mais informação que limite a parte do troço a fiscalizar. Esta informação é dada indicando os troços que intersectam o troço a fiscalizar e que formam o vértice de início e o vértice de fim do segmento.

Neste caso o troço origem é o troço correspondente à Rua David de Sousa, ou seja, o vértice de início corresponde à intersecção da Avenida Sacadura Cabral com a Rua David de Sousa. O troço destino corresponde à Rua Augusto Gil e, portanto, o vértice de fim corresponde à intersecção da Avenida Sacadura Cabral com a Rua Augusto Gil (ver Anexo F, linha 23).

Como este segmento tem placa central o perfil de fiscalização do segmento tem o símbolo Z.

Nos casos em que o trecho origem é igual ao trecho destino é necessário indicar um trecho de passagem para ser possível localizar o segmento a fiscalizar.

Anexo F: Exemplo de percurso

Ordem	Troço_fiscalizar	Troço_origem	Troço_passagem	Troço_destino	Perfil	Hora início	Nr. Denúncias	Comentários
1	Av. João XXI	Av. Roma	-	Rua Oliveira Martins	→			
2	Av. João XXI	Rua Oliveira Martins	-	Rua Augusto Gil	→			
3	Av. João XXI	Rua Augusto Gil	-	Campo Pequeno	→			
4	Av. Oscar Monteiro Torres	Campo Pequeno	-	Rua Capitão Ramires	Z			
5	Rua Capitão Ramires	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
6	Av. Oscar Monteiro Torres	Rua Capitão Ramires	-	Rua David de Sousa	Z			
7	Rua David de Sousa	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
8	Av. Oscar Monteiro Torres	Rua David de Sousa	-	Rua Augusto Gil	Z			
9	Rua Augusto Gil	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
10	Rua Augusto Gil	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. João XXI	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
11	Av. Oscar Monteiro Torres	Rua Augusto Gil	-	Rua Oliveira Martins	Z			
12	Rua Oliveira Martins	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
13	Rua Oliveira Martins	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. João XXI	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
14	Rua Edison	Av. Oscar Monteiro Torres	Avenida de Madrid	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
15	Av. Roma	Rua Edison	-	Jardim Fernando Pessa	→			
16	Jardim Fernando Pessa	Av. Roma	-	Rua Cervantes	→			
17	Impasse à Rua Cervantes	Rua Cervantes	-	Rua Cervantes	→			
18	Avenida de Madrid	Rua Cervantes	Av. Padre Manuel da Nóbrega	Rua Cervantes	3			
19	Rua Cervantes	Avenida de Madrid	Av. João XXI	Avenida de Madrid	3			
20	Avenida de Madrid	Rua Cervantes	Rua Edison	Rua Cervantes	3			
21	Jardim Fernando Pessa	Rua Cervantes	-	Av. Roma	→			
22	Av. Sacadura Cabral	Rua Capitão Ramires	-	Rua David de Sousa	Z			
23	Av. Sacadura Cabral	Rua David de Sousa	-	Rua Augusto Gil	Z			
24	Rua Augusto Gil	Av. Sacadura Cabral	Rua João Villaret	Av. Sacadura Cabral	3			
25	Av. Sacadura Cabral	Rua Augusto Gil	-	Rua Oliveira Martins	Z			
26	Rua Oliveira Martins	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	3			
27	Rua João Villaret	Rua Oliveira Martins	-	Rua Augusto Gil	→			
28	Rua João Villaret	Rua Augusto Gil	Rua David de Sousa	Rua Augusto Gil	3			
29	Rua David de Sousa	Av. Sacadura Cabral	Rua João Villaret	Av. Sacadura Cabral	3			
30	Av. Sacadura Cabral	Rua Capitão Ramires	-	Campo Pequeno	Z			
31	Av. Oscar Monteiro Torres	Campo Pequeno	-	Rua Capitão Ramires	Z			
32	Rua Capitão Ramires	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
33	Av. Oscar Monteiro Torres	Rua Capitão Ramires	-	Rua David de Sousa	Z			
34	Av. Oscar Monteiro Torres	Rua David de Sousa	-	Rua Augusto Gil	Z			
35	Rua Augusto Gil	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. Sacadura Cabral	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
36	Av. Oscar Monteiro Torres	Rua Augusto Gil	-	Rua Oliveira Martins	Z			
37	Rua Oliveira Martins	Av. Oscar Monteiro Torres	Av. João XXI	Av. Oscar Monteiro Torres	3			
38								
39								
40								

Figura 14 - Exemplo de percurso a entregar aos AFE

Anexo G: Explicação do cálculo de tempos

Para explicação do cálculo dos diferentes tempos associados ao problema apresenta-se neste anexo um exemplo de um segmento com 10 lugares e um parquímetro (ver Figura 15).

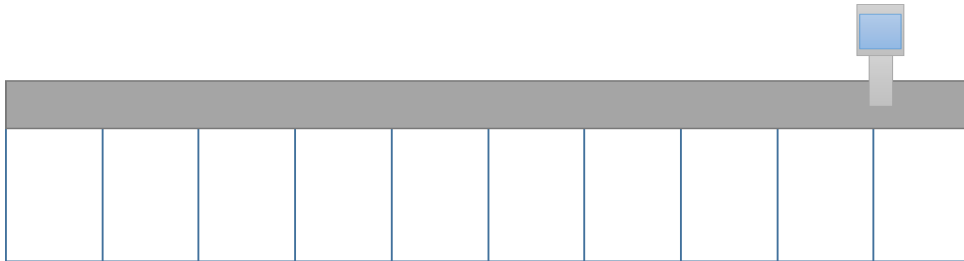


Figura 15 - Segmento com 10 Lugares

Para calcular o tempo de procura visual é necessário saber o número de lugares que se espera que sejam ocupados. Para isso, primeiro é identificada a taxa de ocupação com base em dados históricos e multiplica-se esse valor pelo número de lugares do segmento. Por exemplo, se a taxa de ocupação for de 80% então o número de lugares ocupados é igual a 8 (ver Figura 16).

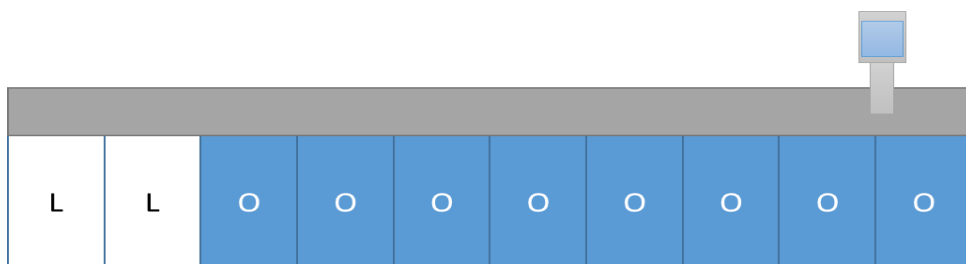


Figura 16 - Lugares livres(L) e Lugares ocupados(O)

O tempo de procura visual do segmento será o tempo de procura visual de um lugar multiplicado pelos 8 lugares ocupados. Se o tempo para um lugar for 30

segundos então para este exemplo o tempo de procura visual do segmento é igual a 4 minutos.

Para o cálculo do tempo de procura digital é necessário saber o número de lugares que se espera que tenham pago via EPARK e o número de lugares que se espera que estejam em incumprimento.

Se, por exemplo, considerarmos que a taxa de utilização de dísticos de autorização de estacionamento é de 20% dos lugares e esperamos 1 lugar em incumprimento o cenário é o mostrado na Figura 17, isto é, dois lugares com dísticos (DIS), um lugar em incumprimento (DEN) e cinco ocupados (O) ainda sem especificação.

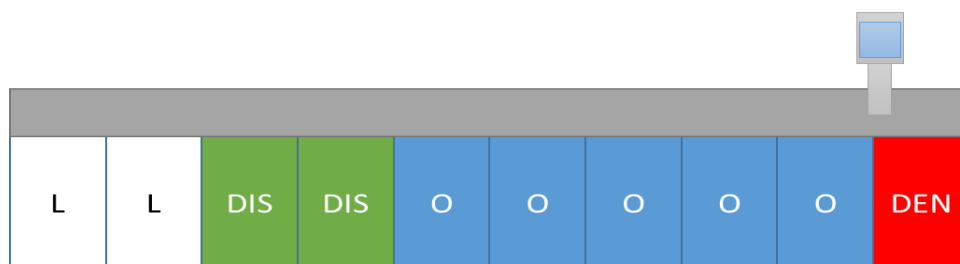


Figura 17 - Lugares com dísticos(Dis) e lugares em incumprimento(Den)

Se considerarmos que os restantes lugares ocupados foram pagos então teremos 5 casos de pagamento (Figura 18).

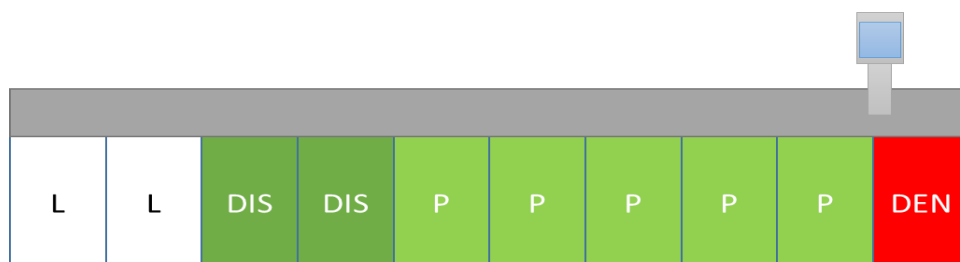


Figura 18 - Lugares pagos(P)

Por último, se a taxa de pagamentos via EPARK for de 20% então dos 5 casos de pagamento 1 é via EPARK.



Figura 19 - Pagamentos via EPARK (EP)

Logo o tempo de procura digital do segmento é igual ao tempo de procura digital de um lugar multiplicado pela soma do número de pagamentos via EPARK e número de casos de incumprimento.

Se o tempo para um lugar for de 1 minuto, como o número de casos é igual a 2 então o tempo de procura digital do segmento é 2 minutos.

Para o tempo de elaboração de denúncias é necessário saber o número de denúncias esperado e o tempo para elaboração de 1 denúncia.

Se esse tempo unitário for igual a 2 minutos, como o número de denúncias é igual a 1 (ver Figura 19), então para este segmento o tempo de elaboração de denúncias é de 2 minutos.

Concluindo, o tempo de fiscalização do segmento é igual à soma do tempo de procura visual, do tempo de procura digital e do tempo de elaboração de denúncias. Ou seja, neste exemplo, é igual a 8 minutos.

Para calcular o tempo de deslocação é necessário saber o comprimento do segmento e a velocidade média de deslocação.

Se considerarmos que o segmento do exemplo tem 100 metros e o AFE desloca-se a uma velocidade de 50 metros por minuto então o tempo de deslocação é igual a 2 minutos.