

Eficiência do sistema de controlo de tráfego da cidade do Porto

PEDRO MIGUEL PINTO FERREIRA

Junho de 2015





Relatório de Estágio: Análise da eficiência do Sistema de controlo de tráfego da cidade do Porto

Mestrado em Engenharia Civil: Infraestruturas

Orientadora: Engenheira Maria da Fátima Portela

Orientador da empresa: Engenheiro Bruno Eugénio

Relatório de Estágio submetido para
satisfação parcial dos requisitos do grau de
Mestre em Engenharia Civil – ramo de
Infraestruturas.

Pedro Miguel Pinto Ferreira

Junho de 2015

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Quadros	xix
Lista de abreviaturas	xxi
1 Introdução.....	1
2 Introdução teórica	3
3 Estado da arte	39
4 Avaliação do sistema SIGA	45
5 Resultados.....	83
6 Conclusão.....	105
Bibliografia	109
Anexos.....	111

RESUMO

No âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio/Projeto, foi desenvolvido, durante um estágio na Câmara Municipal do Porto, o estudo da eficiência do sistema inteligente de controlo de tráfego implementado na cidade. Este sistema é designado como Sistema Inteligente de Gestão Autónoma - SIGA e tem como base de funcionamento o *software* de gestão de tráfego GERTRUDE da empresa GERTRUDE SAEM.

O sistema de controlo de tráfego encontra-se repartido em 10 zonas interligadas, focadas essencialmente no centro da cidade do Porto. O estudo foi aplicado apenas a uma parte da zona da Constituição, nomeadamente a rua da Constituição, desde a Praça Marquês até à rua Antero de Quental.

A eficiência mediu-se pela comparação de duas situações, a circulação e comportamento das correntes de tráfego com o sistema em funcionamento normal e com o sistema desativado. Por sua vez, o indicador utilizado que permitiu avaliar o sistema, foi o nível de serviço obtido pelo atraso médio por veículo em cada ramo de cada interseção.

Para determinação do atraso, foram testados diferentes métodos, para se tentar perceber qual aquele que melhor se adequava à situação e que exigia menor número de recursos humanos. À frente serão exaradas algumas conclusões acerca da metodologia de cada um deles e condicionantes que levaram à não utilização de todos os métodos.

Depois de aplicadas as metodologias que permitiram determinar o nível de serviço em cada grupo semaforizado das diferentes interseções, percebeu-se que existe uma grande diferença na circulação entre as duas situações, sendo que a mais-valia que este sistema apresenta é a coordenação das diferentes interseções que se encontram abrangidas pelas 10 zonas pertencentes ao SIGA.

Palavras-chave: Corrente de tráfego, Procura, Débito de saturação, Atraso, Nível de serviço.

ABSTRACT

Within the course Dissertation / Internship / Project was developed during an internship at the Porto City Council, the study of efficiency of the intelligent system traffic control implemented in the city. This system is called Intelligent Autonomous Management System and it has as operating base, the GERTRUDE software from the GERTRUDE SAEM company.

The traffic control system is divided into 10 interconnected zones, mainly focused in the centre of Porto. The study was applied only to part of the Constituição area, namely Constituição street, from the Marquês square to Antero de Quental street.

The efficiency was measured by comparing two situations, the movement and behaviour of traffic flows with the system in normal operation and the system deactivated. The indicator, that allowed to evaluate the system, was the service level achieved by the average delay per vehicle.

To determine the delay, were tried different methods to see which one best suited to the location and that required fewer human resources, weaving some conclusions about the methods and motives that led to not use some of them.

After applying the methodologies that allowed to determine the service level in each traffic light group of different intersections, it was realized that there is a big difference in the circulation between the two situations, and the added value that this system brings is the coordination created between the different intersections that cover the 10 areas belonging to the Autonomous Intelligent System Management.

Keywords: Current traffic, demand, Debit saturation, Delay, Service Level.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar os meus agradecimentos sinceros a todos os colaboradores da Câmara Municipal do Porto que de forma direta ou indireta permitiram e ajudaram na realização deste trabalho, em especial ao engenheiro Bruno Eugénio que foi o impulsionador deste trabalho, que sempre me apoiou e motivou para continuar e que deu uma grande contribuição na componente técnica e científica.

À engenheira Maria da Fátima Portela o muito obrigado pela orientação que deu para a realização deste trabalho.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução.....	1
2	Introdução teórica	3
2.1	Introdução	3
2.2	Diagramas espaço-tempo.....	3
2.3	Caracterização microscópica	4
2.3.1	Tempo entre veículos.....	4
2.3.2	Distância entre veículos.....	5
2.3.3	Velocidade individual	6
2.3.4	Principais distribuições de probabilidade usadas em estudos de tráfego	6
2.4	Caracterização macroscópica	9
2.4.1	Débito/Volume de tráfego	9
2.4.2	Concentração.....	9
2.4.3	Velocidade média	10
2.4.4	Taxa de ocupação	11
2.5	Relação entre débito, velocidade e concentração	12
2.6	Modelos de fila de espera	13
2.7	Níveis de serviço	14
2.8	Sinais Luminosos.....	15
2.8.1	Introdução	15

2.8.2	Sinais luminosos de tempo fixo	17
2.8.2.1	Macro regulação.....	17
2.8.3	Sinais atuados pelo tráfego	18
2.8.3.1	Micro-regulação	18
2.8.3.2	Eliminação de uma fase.....	19
2.8.3.3	Prevenção de bloqueamento	20
2.8.4	Plano de regulação: fase, ciclo e período de transição	20
2.9	Caracterização das correntes de tráfego	21
2.9.1	Procura.....	21
2.9.2	Partida dos veículos.....	21
2.9.3	Medição do débito de saturação.....	22
2.9.4	Estimação do débito de saturação	24
2.9.4.1	Correntes de tráfego sem oposição em via exclusiva	25
2.9.4.2	Correntes de tráfego sem oposição em via partilhada	26
2.9.4.3	Correntes de tráfego com oposição em via exclusiva	27
2.9.4.4	Corrente de tráfego com oposição em via partilhada.....	29
2.9.5	Capacidade e grau de saturação.....	31
2.9.6	Ciclos mínimos e máximos e ótimo	31
2.9.7	Indicadores de desempenho	32
2.9.7.1	Capacidade de reserva ou margem de crescimento	32
2.9.7.2	Atraso	32
2.9.7.3	Filas de espera	33
2.9.8	Método observador móvel	34
2.9.9	Medição do débito de saturação.....	35
2.9.10	Medição do atraso médio por veículo.....	36

3	Estado da arte	39
3.1	O Sistema SIGA	39
3.2	GERTRUDE.....	40
3.3	Caraterização do sistema SIGA	41
3.3.1	Sala de controlo de tráfego - SCT	41
3.3.2	Rede de comunicações.....	41
3.3.3	Principais equipamentos de regulação de tráfego.....	42
3.3.3.1	Controladores de tráfego	42
3.3.3.2	Sensores eletromagnéticos.....	42
4	Avaliação do sistema SIGA	45
4.1	Introdução	45
4.2	Zona em estudo	46
4.3	Problemas de circulação/ Sinalização vertical aplicada	47
4.3.1	Interseção Constituição/Marquês.....	48
4.3.2	Interseção Constituição/Visconde Setúbal.....	49
4.3.3	Interseção Constituição/Faria Guimarães	51
4.3.4	Interseção Constituição/Zeca Afonso.....	52
4.3.5	Interseção Constituição/Antero Quental	53
4.4	Recolha de dados.....	54
4.4.1	Contagens de tráfego	54
4.4.1.1	Interseção Constituição/Marquês (CMP_86/ CC_152).....	55
4.4.1.2	Interseção Constituição/Visconde Setúbal (CMP_127/ CC_153).....	56
4.4.1.3	Interseção Constituição/Faria Guimarães (CMP_5/ CC_154)	57
4.4.1.4	Interseção Constituição/Zeca Afonso (CMP_112/ CC_155).....	59
4.4.1.5	Interseção Constituição/Antero Quental (CMP_112/ CC_156)	60

4.4.2	Aplicação método do observador móvel.....	62
4.4.2.1	Percurso a analisar	63
4.4.3	Método do observador móvel II	65
4.5	Método Australiano	66
4.5.1	Interseção Constituição/Marquês (CMP_86/ CC_152).....	67
4.5.2	Interseção Constituição/Visconde Setúbal (CMP_127/ CC_153)	68
4.5.3	Interseção Constituição/Faria Guimarães (CMP_5/ CC_154).....	69
4.5.4	Interseção Constituição/Zeca Afonso (CMP_112/ CC_155)	70
4.5.5	Interseção Constituição/Antero Quental (CMP_112/ CC_156).....	71
4.6	Aplicação do método para medição do débito de saturação.....	72
4.7	Aplicação do método medição do atraso médio por veículo	77
5	Resultados	83
5.1	Contagens de tráfego.....	83
5.1.1	Contagens nos dias 5, 10 e 11 de Março	83
5.2	Método do observador móvel	85
5.3	Medição do débito de saturação (método australiano)	87
5.4	Medição do atraso com o sistema SIGA ativo	88
5.5	Medição do atraso com o sistema SIGA desativado.....	98
5.6	Método do observador móvel II	101
6	Conclusão	105
6.1	Apreciação do estudo desenvolvido	105
6.2	Perspetivas e desenvolvimentos futuros	108
	Bibliografia.....	109
	Anexos	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Diagrama espaço-tempo (Costa, 2009).....	4
Figura 2.2 – Tempo de distância entre veículos (Costa, 2009)	5
Figura 2.3 – Esquema de funcionamento de um sensor de veículos (Costa, 2009)	12
Figura 2.4 – Níveis de regulação (Tavares, 1994).....	16
Figura 2.5 – Exemplo de uma ação de “aiguillage” (Tavares, 1994)	20
Figura 2.6 – Padrões reais e conceptuais de partidas de veículos (Costa e Seco, 2008)	22
Figura 2.7 – Débito de saturação do movimento de viragem com oposição (Costa e Seco, 2008).....	28
Figura 3.1 – Distribuição por zonas do sistema SIGA.....	39
Figura 3.2 – Sala de Controlo de tráfego (26 de Junho de 2015).....	43
Figura 4.1 – Zona Constituição 9	47
Figura 4.2 – Esquema de sinalização vertical, Constituição/Marquês	48
Figura 4.3 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Marquês.....	49
Figura 4.4 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Visconde Setúbal.....	50
Figura 4.5 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Visconde Setúbal	50
Figura 4.6 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Faria Guimarães	51
Figura 4.7 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Visconde Setúbal	51
Figura 4.8 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Zeca Afonso.....	52
Figura 4.9 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Zeca Afonso	52
Figura 4.10 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Antero Quental	53
Figura 4.11 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Antero Quental.....	53

Figura 4.12 – Impresso contagens de tráfego	54
Figura 4.13 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Marquês.....	55
Figura 4.14 – Esquema da interseção Constituição/Marquês.....	56
Figura 4.15 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Visconde Setúbal	56
Figura 4.16 – Esquema da interseção Constituição/Visconde Setúbal	57
Figura 4.17 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Faria Guimarães.....	58
Figura 4.18 – Esquema da interseção Constituição/Faria Guimarães.....	58
Figura 4.19 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Zeca Afonso	59
Figura 4.20 – Esquema da interseção Constituição/Zeca Afonso	60
Figura 4.21 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Antero Quental	61
Figura 4.22 – Esquema da Interseção Constituição/Antero Quental.....	61
Figura 4.23 – Impresso para método do observador móvel	63
Figura 4.24 – Percurso para o método do observador móvel.....	64
Figura 4.25 – Impresso método do observador móvel II	66
Figura 4.26 – Excerto do impresso para medição do débito de saturação	67
Figura 4.27 – Esquema da interseção Constituição/Marquês.....	68
Figura 4.28 – Esquema da interseção Constituição/Visconde Setúbal	69
Figura 4.29 – Esquema da interseção Constituição/Faria Guimarães.....	70
Figura 4.30 – Esquema da interseção Constituição/Zeca Afonso	70
Figura 4.31 – Esquema da interseção Constituição/Antero Quental	71
Figura 4.32 – Postos na interseção Marquês/Constituição.....	73
Figura 4.33 – Postos na interseção Constituição/Visconde Setúbal	74
Figura 4.34 – Postos na interseção Constituição/Faria Guimarães.....	74
Figura 4.35 – Postos na interseção Constituição/Zeca Afonso	75
Figura 4.36 – Postos na interseção Constituição/Antero Quental	76

Figura 4.37 – Impresso para determinação do atraso	77
Figura 4.39 – Interseção Constituição/Marquês, postos de contagem	78
Figura 4.40 – Interseção Constituição/Visconde Setúbal, postos de contagem	79
Figura 4.41 – Interseção Constituição/Faria Guimarães, postos de contagem	79
Figura 4.42 – Interseção Constituição/Zeca Afonso, postos de contagem	80
Figura 4.43 – Interseção Constituição/Antero Quental, postos de contagem	80
Figura 5.1 – Procura na hora de ponta da manhã na zona Constituição	84
Figura 5.2 – Procura na hora de ponta da tarde na zona Constituição	84
Figura 5.3 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Marquês	90
Figura 5.4 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Visconde Setúbal	90
Figura 5.5 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Faria Guimarães	92
Figura 5.6 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Zeca Afonso	93
Figura 5.7 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Antero Quental	95
Figura 5.8 – Motivos de Paragem (12 de Maio e 18 de junho)	102
Figura 5.9 – Comparação entre as medições de 12 de Maio e 18 de junho	103
Figura 5.10 – Motivos de paragem (18 e 23 de Junho)	104
Figura 5.11 – Comparação entre as medições de 8 de Junho e 23 de Junho	104

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Distribuição de variável discreta (Costa, 2009).....	7
Quadro 2.2 – Distribuição de variável contínua (Costa, 2009)	8
Quadro 2.3 – Medição do débito de saturação (Costa e Seco, 2008).....	23
Quadro 2.4 – Critérios do nível de serviço	33
Quadro 4.1 – Resumo dos movimentos contabilizados por cada observador	62
Quadro 4.2 – Interseções pertencentes ao percurso definido	64
Quadro 4.3 – Distribuição pelos postos dos recursos humanos nas interseções	72
Quadro 4.4 – Resumo de recursos humanos para medição do débito de saturação.....	76
Quadro 4.5 – Recursos humanos, medição do atraso médio por veículo	81
Quadro 5.1 – Resumo dos resultados obtidos no ensaio (12 de Março).....	85
Quadro 5.2 – Resumo dos resultados obtidos no ensaio (17 de Março).....	86
Quadro 5.3 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico.....	89
Quadro 5.4 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico.....	91
Quadro 5.5 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico.....	93
Quadro 5.6 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico.....	94
Quadro 5.7 – Resumo de níveis de serviço, com sistema SIGA ativado	97
Quadro 5.8 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico.....	98
Quadro 5.9 – Resumo dos níveis de serviço para o período da manhã.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS

SCCT – Sistema Centralizado de Controlo de Tráfego

SIGA – Sistema Inteligente de Gestão Autónoma

SCT – Sala de controlo de tráfego

GERTRUDE – Gestion Electronique de Régulation du Trafic Routier Urbain Défient les Embouteillages

CMP – Câmara Municipal do Porto

CC – Cruzamento Centralizado

ITS – Intelligent Traffic System

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no planeamento do ordenamento de território de uma cidade, o tráfego e sua gestão são questões de grande importância. A deslocação dentro de cidades tem de ser assegurada de forma eficiente, ordenada e segura sem qualquer dúvida para o utilizador.

Devido ao crescente aumento do número de veículos e a necessidade de evitar congestionamentos, que provocam grandes perdas para os utilizadores como: atrasos, perdas de horas de trabalho, perda da qualidade e conforto, aumento do consumo de combustíveis e poluição, quer sonora quer do ar, bem como riscos de saúde com o aumento do *stress*. Tudo isto levou ao desenvolvimento de regras e leis (código de estrada) que permitem a organização e orientação do tráfego dentro das cidades.

No entanto, para volumes de tráfego elevados, derivados do constante crescimento económico, houve a necessidade de estudar e criar planos para gestão de tráfego, nomeadamente sistemas que possibilitam a regulação do tráfego em cruzamentos, que são os pontos mais críticos, surgindo então os cruzamentos semaforizados. Os sinais luminosos dispostos nos cruzamentos semaforizados, podem ser de tempos fixos (detêm planos fixos determinados para certas alturas do dia), atuados (onde existe regulação em tempo real dos planos mediante a solicitação do tráfego), que vão dando “vez de passagem” às diferentes correntes de tráfego que compõem o cruzamento.

Com o aumento destes cruzamentos e a constante necessidade de regular os tempos de verde, pois os volumes de tráfego não são constantes ao longo do dia, dependendo também dos dias e alturas do ano, surgem então os sistemas centralizados de controlo de tráfego (SCCT).

Estes sistemas devem fazer parte integrante da infraestrutura de uma cidade para coordenar o tráfego interno da cidade e também controlar o tráfego que entra (exemplo dificultar a entrada de veículos para facilitar a circulação interna da cidade).

No Porto, o sistema de controlo de tráfego, chamado de Sistema Inteligente de Gestão Autónoma - SIGA, foi através deste trabalho, alvo de estudo para a avaliação do seu nível de eficácia, (algo que nunca foi realizado desde a implementação do sistema), estudo esse que se reveste do maior interesse

para a Câmara Municipal do Porto, através da Direção Municipal de Gestão da Via Pública, responsável pela gestão da infraestrutura.

Este estudo, de que resulta o presente documento, elaborado dentro do âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio/Projeto, durante um estágio curricular na Divisão Municipal de Mobilidade da Direção Municipal de Gestão da Via Pública da Câmara Municipal do Porto para conclusão do Mestrado em Engenharia Civil - Ramo Infraestruturas, tem como objetivo aferir os benefícios que teoricamente estes sistemas proporcionam, tendo como procedimento, simplifadamente, o estudo de parâmetros referentes a uma zona (velocidade, tempo de percurso, atrasos, filas) com o sistema ativado e desativado. Posteriormente haverá a comparação destes dados e a análise crítica dos mesmos.

O presente documento, será dividido num total de seis capítulos, sendo o capítulo um a introdução.

No capítulo dois será dada uma breve introdução teórica a conceitos referentes a características de tráfego que são fundamentais para entender o funcionamento dos cruzamentos de sinais luminosos com tempos fixos ou atuados.

O capítulo três irá versar na caracterização do sistema SIGA, o *software*, os componentes e instrumentos com o respetivo esquema de funcionamento.

A definição dos objetivos e metodologias adotadas para a avaliação deste sistema serão abordados no capítulo quatro, onde serão explicados os procedimentos, a definição da zona e percursos, dimensionamento dos recursos humanos e a construção das tabelas para recolha e tratamento de dados.

Os resultados dos ensaios aplicados, descritos no capítulo 4 e suas conclusões serão apresentados no capítulo 5 com apoio de tabelas e esquemas.

No capítulo 6 apresenta-se a conclusão com a apreciação do sistema e possíveis desenvolvimentos futuros.

2 INTRODUÇÃO TEÓRICA

2.1 INTRODUÇÃO

Estudos de tráfego são um passo importante na definição e avaliação de um sistema de controlo de tráfego e estes levam à caracterização das correntes de tráfego constituídas por um conjunto de veículos que transitam num mesmo sentido ao longo de um percurso (estrada), num determinado período de tempo. (Costa, 2009)

Para melhor compreensão do trabalho desenvolvido e conhecimento dos parâmetros medidos, serão de forma breve, definidos os conceitos fundamentais para estudar as correntes de tráfego, podendo estes apresentarem-se em duas diferentes abordagens:

- Estudo a nível microscópico, onde os são estudados de forma individual;
- Estudo a nível macroscópico, em que os veículos são analisados no seu conjunto.

As variáveis microscópicas estudadas mais relevantes são o tempo entre veículos, a distância entre veículos e a velocidade individual. Na abordagem macroscópica são estudados o débito, a concentração, a taxa de ocupação e a velocidade média. Nestes dois conjuntos de variáveis é possível encontrar correspondências que serão abordadas mais adiante. (Costa, 2009)

2.2 DIAGRAMAS ESPAÇO-TEMPO

O movimento dos veículos pode ser definido sob a forma de um diagrama, com função $x(t)$, onde x representa a distância percorrida pelo veículo (eixo das ordenadas) e t o tempo despendido nesse percurso (eixo das abcissas), na Figura 2.1 é possível ver um exemplo de um diagrama espaço-tempo. (Costa, 2009)

A observação destes diagramas é de grande utilidade porque dão a conhecer a forma como os veículos se deslocam ao longo de um percurso, o que ajuda por exemplo na coordenação de sinais luminosos

ou deteção de problemas de tráfego. Também torna possível pela observação destes diagramas, conhecer outros aspetos relacionadas com o tráfego como velocidade ou a aceleração, respetivamente a primeira e segunda derivadas da função $x(t)$. Na Figura 2.1 é possível verificar, por exemplo que o veículo B é ultrapassado pelo veículo A. (Costa, 2009)

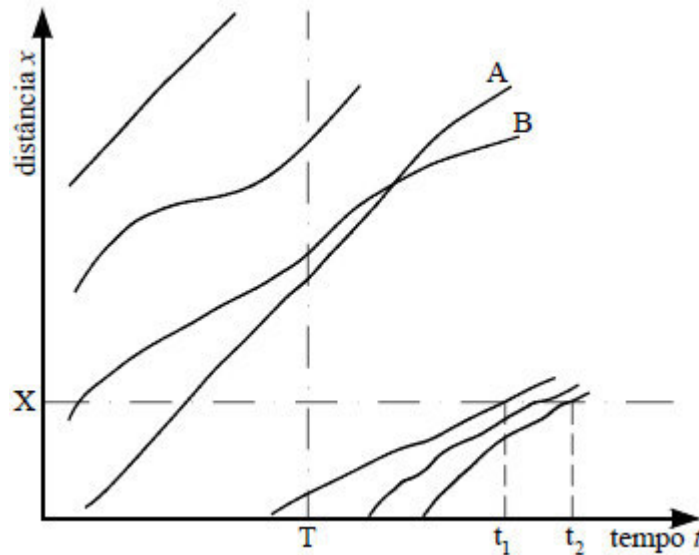


Figura 2.1 – Diagrama espaço-tempo (Costa, 2009)

2.3 CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA

2.3.1 Tempo entre veículos

O tempo entre veículos h é definido pelo intervalo de tempo que ocorre, medido num local fixo, entre dois veículos consecutivos, tendo como ponto de referência partes homólogas dos veículos, como por exemplo, as rodas dianteiras ou para-choques. O tempo h_i , associado ao veículo i , compreende o intervalo de tempo entre a passagem dos veículos de ordem $i-1$ e i . (Costa, 2009)

No diagrama de espaço-tempo da Figura 2.1 pode observar-se a trajetória de dois veículos e que para a secção x o tempo entre veículos, referente ao veículo $i+1$ é:

$$h_{i+1} = t_{i+1} - t_i \quad (1)$$

Onde,

h_{i+1} – Tempo entre veículos do veículo $i+1$

t_i, t_{i+1} – Instante de passagem do veículo $i, i+1$

O tempo entre veículos é importante pois reflete a proximidade entre veículos sendo útil para estudos de segurança, estudos de capacidade sinais luminosos, etc.

2.3.2 Distância entre veículos

De forma análoga ao conceito anterior a distância entre veículos é a distância medida, num dado instante, entre pontos homólogos dos veículos sucessivos. Os pontos de referência seguem o mesmo raciocínio como apresentado no tempo entre veículos (1)(Costa, 2009). Na Figura 2.2 pode-se observar o espaço livre entre os veículos i e $i+1$ e o comprimento do veículo i , ou seja:

$$s_{i+1} = x_i - x_{i+1} \tag{2}$$

Onde,

s_{i+1} – Distância entre veículos associada ao veículo $i+1$

x_i, x_{i+1} – Distância à origem do veículo $i, i+1$

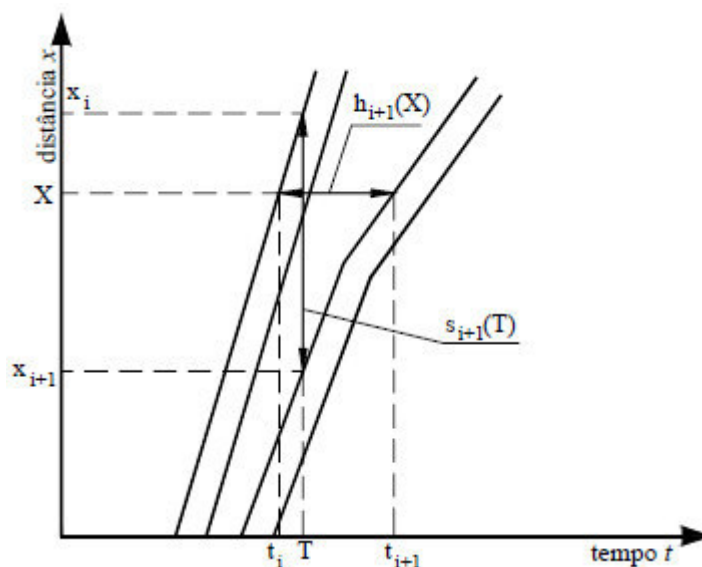


Figura 2.2 – Tempo de distância entre veículos (Costa, 2009)

As variáveis s e h estão relacionadas através de:

$$s_{i+1} = h_{i+1} \times u_{i+1} \tag{3}$$

Onde,

u_{i+1} – Representa a velocidade do veículo $i+1$ durante o tempo h_{i+1}

A importância desta variável reflete-se na possibilidade de saber a distância a respeitar entre veículos, imposta por motivos de segurança rodoviária, uma vez que a restante informação está muito relacionada com o parâmetro anterior. (Costa, 2009)

2.3.3 Velocidade individual

Esta variável é a mais importante associada as correntes de tráfego, sendo o espaço percorrido por unidade de tempo. Esta permite definir o nível de serviço de uma estrada, estimar consumos de combustíveis e emissões de poluentes para estudos económicos, análise de certos aspetos relacionados com segurança, etc.

Como o seu valor não é constante e é medido para cada secção, para certos estudos de tráfego é importante ter o registo contínuo da velocidade ao longo de um percurso. Isto permite obter um perfil de velocidade onde no eixo das ordenadas são representadas as velocidades e a distância percorrida nas abcissas. Distinguiu-se velocidade de percurso (ou de operação) da velocidade de marcha conforma se tem em conta o facto de o veículo parar ou não, respetivamente. (Costa, 2009)

2.3.4 Principais distribuições de probabilidade usadas em estudos de tráfego

Na caracterização microscópica das correntes de tráfego é importante distinguir-se qual a distribuição estatística que melhor caracteriza as variáveis, podendo estas ser do tipo discreto, tais como o número de veículos ou o número de acidentes ocorrido num intervalo de tempo, ou de tipo contínuo como seja o caso do intervalo entre veículos sucessivos e a velocidade individual. (Costa e Seco, 2008)

As leis mais importantes aplicadas à gestão de tráfego são: a Poisson, a binomial e a binomial negativa no caso da variável discreta e a exponencial negativa, gama, normal e lognormal para as variáveis contínuas. (Costa e Seco, 2008)

Para além de se ter de conhecer qual o tipo de lei que melhor serve em cada caso é, também, necessário estimar os respetivos parâmetros, o que se consegue a partir de observações ou de dados históricos. (Costa e Seco, 2008)

No Quadro 2.1 e Quadro 2.2 encontram-se algumas das leis, juntamente com os parâmetros/propriedades aplicadas a cada uma e as situações a que devem ser aplicadas. (Costa e Seco, 2008)

Quadro 2.1 – Distribuição de variável discreta (Costa, 2009)

Nome	Binomial negativa	Binomial	Poisson
$P(x) = P(X=x)$	$C_{k-1}^{x+k-1} \cdot p^k \cdot q^x$ $q = 1 - p$	$C_x^n \cdot p^x \cdot q^{n-x}$ $q = 1 - p$	$\frac{m^x}{x!} \cdot e^{-m}$
$E(X)$	$\frac{kq}{p}$	np	m
$V(X)$	$\frac{kp}{p^2}$	npq	m
Parâmetros	$\hat{p} = \frac{m}{s^2}$ $\hat{k} = \frac{m^2}{s^2 - m}$	$\hat{p} = \frac{m - s^2}{m}$ $\hat{q} = \frac{s^2}{m}$	$\hat{m} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de veículos}}{\text{n}^\circ \text{ de períodos}}$
Aplicação	Dispersão elevada $I = \frac{s^2}{m} \gg 1$	Volumes elevados $I = \frac{s^2}{m} \ll 1$ Desrespeito à sinalização	Tráfego fluido $I = \frac{s^2}{m} \approx 1$ Número de acidentes no local
Propriedades	$p(x+1) = \frac{x+k}{x+1} \cdot p \cdot q \cdot p(x)$	$p(x+1) = \frac{n-x}{x+1} \cdot \frac{p}{q} \cdot p(x)$	$m = \lambda t$ λ – Nº médio de ocorrência por unidade de tempo $p(x+1) = \frac{m}{x+1} \cdot p(x)$

Quadro 2.2 – Distribuição de variável contínua (Costa, 2009)

Nome	Lognormal	Normal	Erlang	Gama	Exponencial negativa dupla	Exponencial negativa com atraso
f (x)	$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$	$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	$\frac{\lambda}{(k-1)!} (x\lambda)^{k-1} e^{-x\lambda}$	$\frac{\lambda}{\Gamma(K)} (x\lambda)^{k-1} e^{-x\lambda}$	$\alpha\lambda_1 e^{-\lambda_1(x-\tau_1)} + (1-\alpha)\lambda_2 e^{-\lambda_2(x-\tau_2)}$	$\lambda \cdot e^{-\lambda(x-\tau)}$
E (X)	$e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$	μ	$\frac{k}{\lambda}$	$\frac{k}{\lambda}$		$\frac{1}{\lambda} + \tau$
V (X)	$e^{2(\mu+\sigma^2)} - e^{2\mu+\sigma^2}$	σ^2	$\frac{k}{\lambda^2}$	$\frac{k}{\lambda^2}$		$\frac{1}{\lambda^2}$
Parâmetros	$\hat{\mu} = \ln\left(\frac{m^2}{\sqrt{m^2 + s^2}}\right)$ $\hat{\sigma}^2 = \ln\left(1 + \frac{s^2}{m^2}\right)$	$\hat{\mu} = m$ $\hat{\sigma}^2 = s^2$	$\hat{k} = \frac{m^2}{s^2}$ $\hat{\lambda} = \frac{k}{m}$	$\hat{k} = \frac{m^2}{s^2}$ $\hat{\lambda} = \frac{k}{m}$	$\lambda_1, \tau_1, \lambda_2, \tau_2$	$\hat{\lambda} = \frac{1}{m - \tau}$ $\hat{t} = m - s$
Aplicação	Velocidade Tempo entre veículos	Velocidade	Tempo entre veículos Velocidade	Tempo entre veículos Velocidade	Tempo entre veículos	Tempo entre veículos
Propriedades	X>0 ln X → Normal	Simétrica em torno de μ	$\Gamma(k) = (k-1)!$ $\Gamma(k-1) = k\Gamma(k)$	K=1 → exponencial k inteiro → Erlang k crescente, aleatoriedade decrescente	α – Proporção entre veículos estrangidos	τ – Intervalo mínimo Relação entre a distribuição exponencial negativa e de poisson

2.4 CARACTERIZAÇÃO MACROSCÓPICA

2.4.1 Débito/Volume de tráfego

O débito corresponde ao número de veículos pertencentes a cada corrente de tráfego que passam uma secção durante um intervalo de tempo, exprimindo-se em *veic/h*. (Costa, 2009)

Sendo $n(t_1, t_2, x)$ o número de veículos que passam na secção x durante o intervalo de tempo $t_2 - t_1$, o débito é dado por:

$$q(t_1, t_2, x) = \frac{q(t_1, t_2, x)}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

Esta variável está relacionada com o valor médio do intervalo entre veículos h através de:

$$q = \frac{1}{\bar{h}} \quad (5)$$

O período de tempo, para a determinação do débito, é normalmente, inferior a 1 hora, o que leva a corresponder ao volume de tráfego que se escoaria numa hora se fosse mantido o mesmo ritmo de passagem dos veículos pela secção em estudo. A diferença entre débito e volume consiste no facto de o débito corresponder a intervalos mais curtos de medição, no entanto ambos são expressos em *veic/h*. (Costa, 2009)

2.4.2 Concentração

A concentração, k , é definida pela distribuição dos veículos no espaço, refletindo a liberdade de manobra que os veículos têm e mede-se pelo número de veículos por unidade de comprimento. A concentração, no instante t num troço de estrada entre x_1 e x_2 , pode ser expressa da seguinte forma: (Costa, 2009)

$$k(x_1, x_2, t) = \frac{n(x_1, x_2, t)}{x_2 - x_1} \quad (6)$$

Onde $n(x_1, x_2, t)$ é o número de veículos presentes no instante t no troço de estrada de comprimento $(x_2 - x_1)$.

A concentração está relacionada com o valor médio da distância entre veículos s , através de:

$$k = \frac{1}{s} \quad (7)$$

Em geral a concentração exprime-se em *veic/km*, ou em percentagem do comprimento total da estrada ocupada pelos veículos calculada através do quociente entre a soma dos comprimentos dos veículos e o comprimento do troço de estrada em análise, designando-se de densidade. É uma das variáveis que melhor caracteriza as correntes de tráfego. (Costa, 2009)

2.4.3 Velocidade média

A velocidade média pode ser distinguida por velocidade média no espaço e velocidade média no tempo. (Costa, 2009)

A velocidade média no espaço, u_s , para uma corrente de tráfego i cujos veículos têm a mesma velocidade, u_i , e q_i e k_i sendo respetivamente o débito e concentração, corresponde, para um dado instante à média ponderada das velocidades dos veículos pelas concentrações, sendo calculada da seguinte forma: (Costa, 2009)

$$u_s = \frac{\sum k_i u_i}{\sum k_i} \quad (8)$$

A velocidade média no tempo, u_t , é representada pela média das velocidades dos veículos que passam numa secção durante um certo intervalo de tempo, a ponderação, neste caso, será feita pelos débitos, pois pretende-se uma média no tempo, ou seja: (Costa, 2009)

$$u_t = \frac{\sum q_i u_i}{\sum q_i} \quad (9)$$

A diferença entre estes dois conceitos consiste na maior sensibilidade da velocidade média do espaço aos veículos lentos já que a concentração é maior pois estes ocupam a via durante mais tempo. O débito não entra em consideração com este aspeto, uma vez que em duas vias é possível para diferentes velocidades, o débito ser igual se a distância entre veículos for proporcional à diferença de velocidades (exemplo: veículos numa via com 40 m de espaçamento entre eles a velocidade de 40 km/h e uma segunda via com veículos a 20 m de distancia a velocidade de 20 km/h que originam débitos iguais mas diferentes concentrações). (Costa, 2009)

2.4.4 Taxa de ocupação

A taxa de ocupação reflete o tempo que uma determinada zona de deteção se encontra ocupada pela presença de veículos. A deteção pode ser realizada por espiras eletromagnéticas enterradas no pavimento que serão explicadas mais adiante no presente documento. (Costa, 2009)

A taxa de ocupação corresponde à percentagem de tempo que o sensor se encontra ativado pela passagem de veículos e é expresso da seguinte forma:

$$\Phi = \frac{\sum t_i}{T} \times 100 \quad (10)$$

Em que,

Φ – Taxa de ocupação

t_i – Tempo em que o sensor está ativado pela passagem do veículo i

T – Tempo de observação

Durante o tempo em que o sensor se encontra ocupado o veículo percorre uma distância igual à soma do seu comprimento com o comprimento da zona de deteção, conforme se mostra na Figura 2.3.

Admitindo que o veículo i se desloca à velocidade u_i , resulta: (Costa, 2009)

$$u_i = \frac{l_v + l_d}{t_i} \quad (11)$$

Com,

t_i – Tempo de presença do veículo i

l_v – Comprimento do veículo i

l_d – Comprimento da zona de deteção

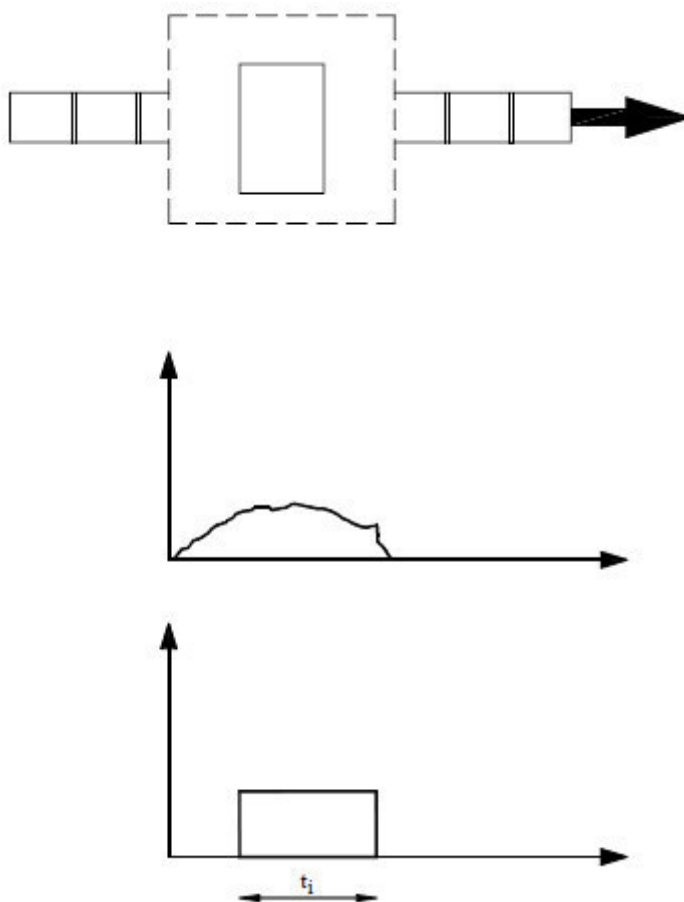


Figura 2.3 – Esquema de funcionamento de um sensor de veículos (Costa, 2009)

Com estes equipamentos é possível calcular-se a concentração utilizando a seguinte expressão:

$$K = \frac{\Phi}{l_v + l_d} \times 10 \tag{12}$$

2.5 RELAÇÃO ENTRE DÉBITO, VELOCIDADE E CONCENTRAÇÃO

Considere-se uma corrente de tráfego com débito q , decomposta em n correntes de tráfego elementares i , onde os veículos deslocam-se à mesma velocidade u_i . O débito e a concentração destas correntes de tráfego i são, respetivamente, q_i e k_i . (Costa, 2009)

Então, o débito total da corrente de tráfego q é,

$$q = \sum q_i \tag{13}$$

E, a concentração k é,

$$k = \sum k_i \quad (14)$$

Para a corrente de tráfego elementar i é válida a seguinte relação:

$$q_i = k_i u_i \quad (15)$$

Tendo em atenção a definição atrás apresentada para a velocidade média no espaço e , em particular, a expressão (8), resulta:

$$u_s = \frac{q}{k} \quad (16)$$

A relação anterior designa-se por relação fundamental das correntes de tráfego e permite determinar qualquer uma das variáveis, desde que se conheça o valor das outras duas. (Costa, 2009)

2.6 MODELOS DE FILA DE ESPERA

Estes modelos são usados para o estudo de sistemas que estejam ligados à chegada de unidades a instalações que por sua vez prestam um serviço. A fila de espera é constituída pelo conjunto de chegadas que têm de aguardar a sua vez para serem atendidas. Este tipo de situação ocorre nomeadamente, no caso do tráfego, nos ramos de entrada de cruzamentos, nas áreas de portagem das autoestradas, nas entradas de parques de estacionamento, etc. (Costa, 2009)

O sistema fica caracterizado se se definir os seguintes elementos:

- Mecanismo das chegadas;
- Mecanismo do serviço;
- Disciplina da fila de espera.

As chegadas e serviços correspondem respetivamente a procura e a capacidade de oferta, podendo ser representadas por uma variável do tipo determinista ou aleatório. Quando surge condições para a prestação do serviço é necessário determinar a forma de escolha da unidade que será atendida, sendo a mais simples e comum a que respeita a ordem de chegada, habitualmente designada por FIFO (First In First Out). Existem outros tipos de disciplina de fila como, por exemplo, fazer-se o atendimento pela ordem inversa à da chegada (LIFO-Last In First Out) ou ao acaso (SIROService In Random Order). (Costa, 2009)

É também essencial definir o número de clientes máximo que é possível atender e na situação de existirem vários postos de atendimento, é preciso verificar se há tantas filas quanto postos de atendimento, podendo cada unidade escolher a fila que mais lhe convier, tendo em atenção que não poderá trocar de fila, ou formar uma fila única por onde sairão as unidades à medida que os postos de atendimento ficam livres. (Costa, 2009)

O objetivo dos modelos de filas de espera é o de permitirem a caracterização das condições de funcionamento do sistema recorrendo a certos parâmetros tais como, o tempo médio de espera, o comprimento médio da fila e o tempo médio de ocupação dos postos de atendimento. A melhoria do desempenho do sistema obtém-se atuando principalmente ao nível do atendimento.

Na análise que se fará seguidamente considera-se o modelo de fila de espera que resulta da chegada de veículos a um determinado local, com o tempo de atendimento a determinar o modo como se processam as partidas, cujo débito é limitado pelo valor da capacidade.

2.7 NÍVEIS DE SERVIÇO

Para se falar de níveis de serviço é importante referir a principal obra que aborda estes assuntos, o *Highway Capacity Manual (HCM)* desenvolvida nos Estados Unidos da América, em 1950 pela *Transportation Research Board da National Academies of Science*. (Costa e Macedo, 2008)

O HCM define, vários tipos de infraestruturas (como estradas rurais, autoestradas, cruzamentos, etc.), em 6 níveis de serviço designados pelas letras de *A* a *F*. O nível de serviço *A* corresponde a condições de circulação muito boas sem qualquer tipo de constrangimento. À medida que as condições de circulação se degradam, faz-se corresponder aos níveis *B* e *C*, ainda, um escoamento estável, sendo o nível *D* atribuído quando o escoamento se aproxima da instabilidade. O nível de serviço *E* representa condições de escoamento já muito próximas do regime instável, onde os débitos de tráfego estão muito próximos da capacidade máxima da via. Ao escoamento em regime de sobressaturação, correspondente a situações de congestionamento é atribuído o nível de serviço *F*. (Costa e Macedo, 2008)

Para caracterizar o serviço oferecido os condutores recorrem a um conjunto de parâmetros, tais como, velocidade ou tempo de percurso, comodidade, segurança, facilidade de circulação, etc., que são parâmetros difíceis de quantificar. Deste modo, foram definidos parâmetros que tem em conta o nível

de exigência esperado, pelos condutores, que são mais fáceis de quantificar e caracterizar, ou seja, a partir desses coeficientes corretivos, determinar o débito de tráfego de serviço que se espera que a via deverá ter, tendo em conta um débito inicial que a estrada teria sem qualquer interferência na circulação. (Costa e Macedo, 2008)

2.8 SINAIS LUMINOSOS

2.8.1 Introdução

Devido à grande procura viária sentida nas cidades, resultante do crescimento económico-financeiro, existe a necessidade de gerir e conduzir de forma ordenada o tráfego que percorre as cidades.

Os sinais luminosos oferecem a capacidade de controlar o tráfego que atravessa as interseções, em função da procura, controlando o tempo de passagem que cada corrente de tráfego necessita para escoar o tráfego e manter a circulação nas cidades fluída e segura.

A regulação do tráfego que os sinais luminosos possibilitam, pela mudança de estado do sinal (verde, amarelo ou vermelho) que transmite indicações aos utentes da via, pode ser realizada a três diferentes níveis, Figura 2.4: (Tavares, 1994)

- Nível local: gestão do cruzamento isolado;
- Nível intermédio: coordenação dos cruzamentos ao longo de um eixo ou itinerário;
- Nível global: coordenação dos cruzamentos de uma zona.

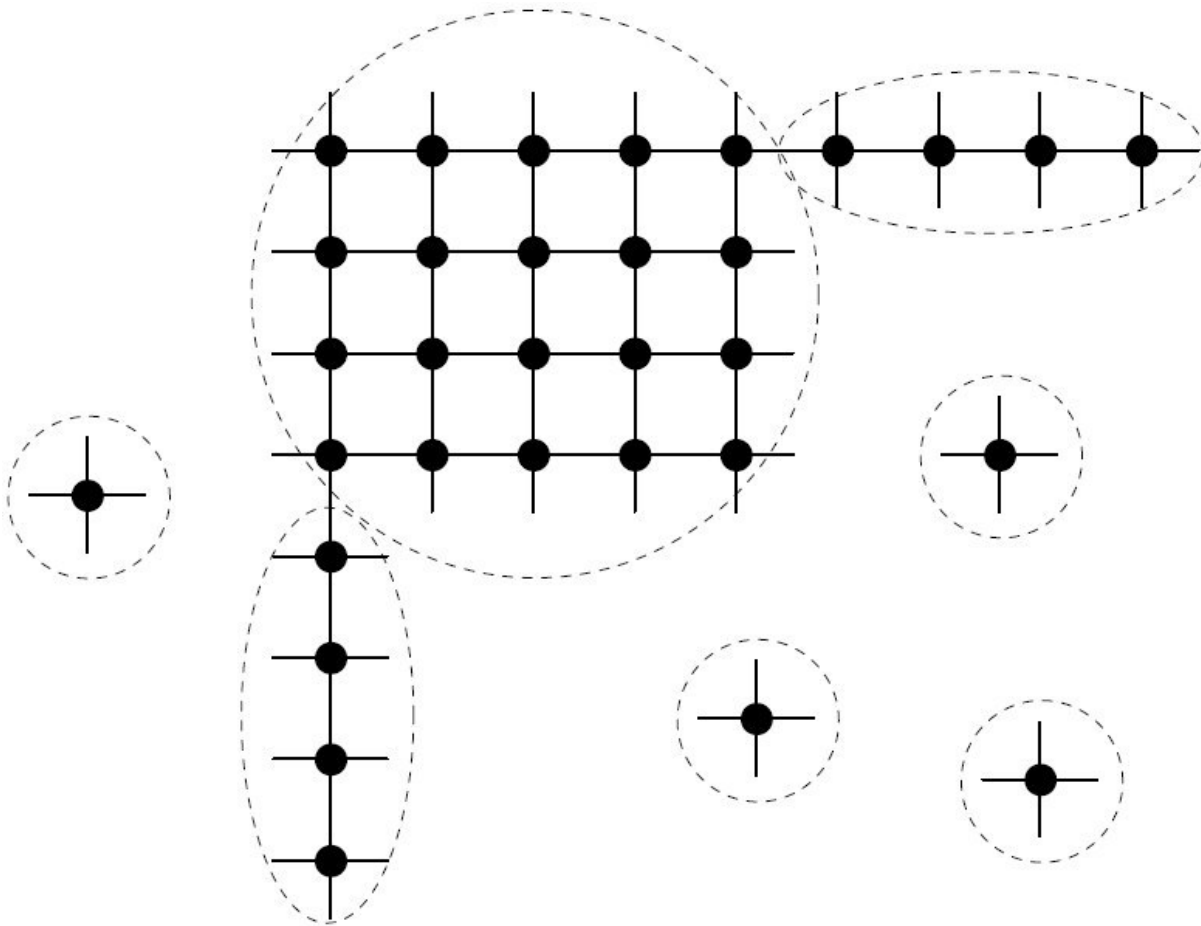


Figura 2.4 – Níveis de regulação (Tavares, 1994)

A nível local a gestão da interseção passa pela definição de fases temporais a cada movimento associado, dando tempos de verde, amarelo e vermelho a cada corrente de tráfego. Chama-se de ciclo à sequência de indicações dadas por um sinal luminoso até que este retorna à indicação inicial. (Tavares, 1994)

A regulação dos sinais luminosos pode ser estabelecida da seguinte forma:

- Sinais luminosos de tempos fixos;
- Sinais luminosos atuados pelo tráfego.

No primeiro tipo de regulação há o desenrolar fixo das fases que ocorrem num período pré-determinado, ou seja, no ciclo, sem que exista nenhuma espécie de reconhecimento do tráfego que chega à interseção. Neste tipo de regulação pode-se dispor de vários planos que mudam ao longo do dia adaptando-se às mudanças na procura, que ocorrem ao longo do dia e que são previsíveis para aquela interseção. (Tavares, 1994)

Nos sinais luminosos atuados pelo tráfego tenta-se ajustar à procura a duração das fases e, em alguns casos, a sequência das mesmas. Estes ajustes ocorrem com medidas de tráfego obtidas em tempo real através de sensores dispostos nas entradas das interseções. A alteração da sequência das fases pode acontecer devido ao pedido de passagem por parte dos peões. (Tavares, 1994)

Estes dois tipos de regulação existe para resposta aos dois tipos de variação do tráfego, ou seja, às variações previsíveis e/ou conhecidas e para variações aleatórias. (Tavares, 1994)

2.8.2 Sinais luminosos de tempo fixo

2.8.2.1 Macro regulação

A regulação por tempos fixos consiste em definir um ciclo de duração constante em que a sequência dos sinais é sempre idêntico. Os sinais que controlam cada entrada no cruzamento são agrupados em fases, onde cada fase recebe o seu respetivo tempo de verde criando um ciclo, que é sempre fixo e automático. (Tavares, 1994)

As características de cada ciclo, sequência e duração das fases, depende das características do cruzamento, volumes de tráfego e número de correntes de tráfego. (Tavares, 1994)

No entanto é possível calcular vários planos de regulação para diferentes períodos do ano ou mesmo do dia, sendo as características viárias conhecidas nesse mesmos períodos. Assim é possível, sempre com ciclos fixos, adaptar os sinais luminosos a esses períodos característicos como, horas de ponta, horas mortas, fins-de-semana, férias,... (Tavares, 1994)

O cálculo dos planos de regulação para os sinais luminosos é um processo iterativo, podendo ser sumariamente descrito pelos seguintes passos:

- Identificação dos movimentos de veículos e peões e estimação dos respetivos fluxos por unidade de tempo para os períodos a ter em conta;
- Definição da geometria dentro da área disponível incluindo a afetação das vias nas aproximações à intersecção para os diferentes movimentos de veículos;
- Construção da matriz de conflitos, ou seja, identificação dos movimentos passíveis de terem as mesmas indicações de sinais;
- Definição de uma sequência de fases de modo a formar o ciclo e especificação dos tempos de verde mínimo para os diferentes movimentos e tempos de transição entre os mesmos (tempo de amarelo e tempo de vermelho integral ou tudo-vermelho);
- Cálculo dos tempos a afetar aos diferentes sinais.

Para o cálculo dos tempos a afetar a cada sinal e, conseqüentemente do ciclo, existem dois tipos de métodos, a saber, o método das “fases” (stage-based) e o método dos “grupos” (phase-based). (Tavares, 1994)

2.8.3 Sinais atuados pelo tráfego

2.8.3.1 Micro-regulação

A partir da análise instantânea de certos parâmetros de tráfego medidos em tempo real, os sinais luminosos atuados, podem alterar adaptar a fase do plano de regulação à situação existente no cruzamento. Este princípio denomina-se de micro-regulação, e é utilizado para que os sinais respondam de forma imediata às variações do tráfego. (Tavares, 1994)

A micro-regulação usa o princípio de ciclo variável podendo-se considerar como um método empírico visto que o seu “cálculo” não tem em conta nenhum processo de otimização mas, no entanto, várias experiências mostraram a sua eficácia. (Tavares, 1994)

A regulação de um cruzamento utilizando este princípio, resulta da adoção de sensores capazes de detetar, de uma forma automática, a presença/passagem de veículos e assim ter conhecimento das condições instantâneas de circulação. Estes sensores, geralmente espiras magnéticas, podem estar colocados em todas as entradas ou apenas em algumas (entradas em ruas secundárias), resultando num cruzamento atuado ou semi-atuado, respetivamente. (Tavares, 1994)

A localização dos sensores, embora muito dependente do tipo de ação a efetuar bem como da geometria do cruzamento, deverá ser realizada tendo em atenção os critérios a seguir citados, sendo de notar que alguns deles são contraditórios: (Tavares, 1994)

- Minimizar os atrasos dos veículos em aproximação;
- Evitar longos tempos de verde mínimo;
- Evitar curtos tempos de verde;
- Igualar o tempo de passagem (definido como o tempo que o veículo demora a percorrer a distância que separa o sensor da linha de paragem) ao intervalo crítico (valor base para o intervalo entre veículos);
- Obter um tempo de passagem no mínimo de 1,5 segundos
- Conseguir a deteção em movimento

Os primeiros dois critérios, parecendo contraditórios indicam que se deve colocar as espiras a uma distância intermédia, ou seja, não deve ficar demasiado longe criando um pelotão demasiado grande.

Por vezes para evitar que um veículo pare, diminuindo o atraso, a espira é colocada demasiado longe, cerca de 40 metros, o que permite a criação de um pelotão com cerca de 8 veículos, o que necessita de cerca de 23 segundos para escoar, o que é um tempo demasiado longo de espera para boas condições de fluidez. (Tavares, 1994)

O tempo de verde mínimo é normalmente, para a expectativa do condutor, cerca de 8 segundos o que exige que o sensor se encontra a cerca de 10 metros (distância mínima). (Tavares, 1994)

O quarto critério deriva do facto do intervalo entre veículos estabelecer, ao nível de programação do controlador, o intervalo crítico e a extensão do verde como um valor único. (Tavares, 1994)

Finalmente, os dois últimos critérios são ditados pelas condições mínimas para a deteção ser realizada nas melhores condições. (Tavares, 1994)

Existem diferentes detetores, podendo estes ser detetores de presença ou detetores de passagem, que são seleccionados mediante o parâmetro que se precise medir.

2.8.3.2 Eliminação de uma fase

Este princípio consiste na alteração da sequência de fases ou eliminação de uma delas, caso não existe procura na entrada correspondente.

Este princípio acontece em interseções com mais de uma fase em que se pode eliminar as seguintes fases:

- Uma fase da via secundária com baixo volume de tráfego em certos períodos;
- Uma fase especial de viragem à esquerda;
- Uma fase especial para transportes coletivos ou veículos de emergência;
- Uma fase para a travessia de peões.

Por outro lado, este princípio pode servir para dar prioridade a uma via principal em que o verde só termina quando há pedido por parte de peões ou veículos das estradas secundárias. Também é possível que existam fases subdivididas em que face à situação do cruzamento é seleccionada a subfase que melhor se adapta (chamado de "aiguillage"), Figura 2.5. (Tavares, 1994)

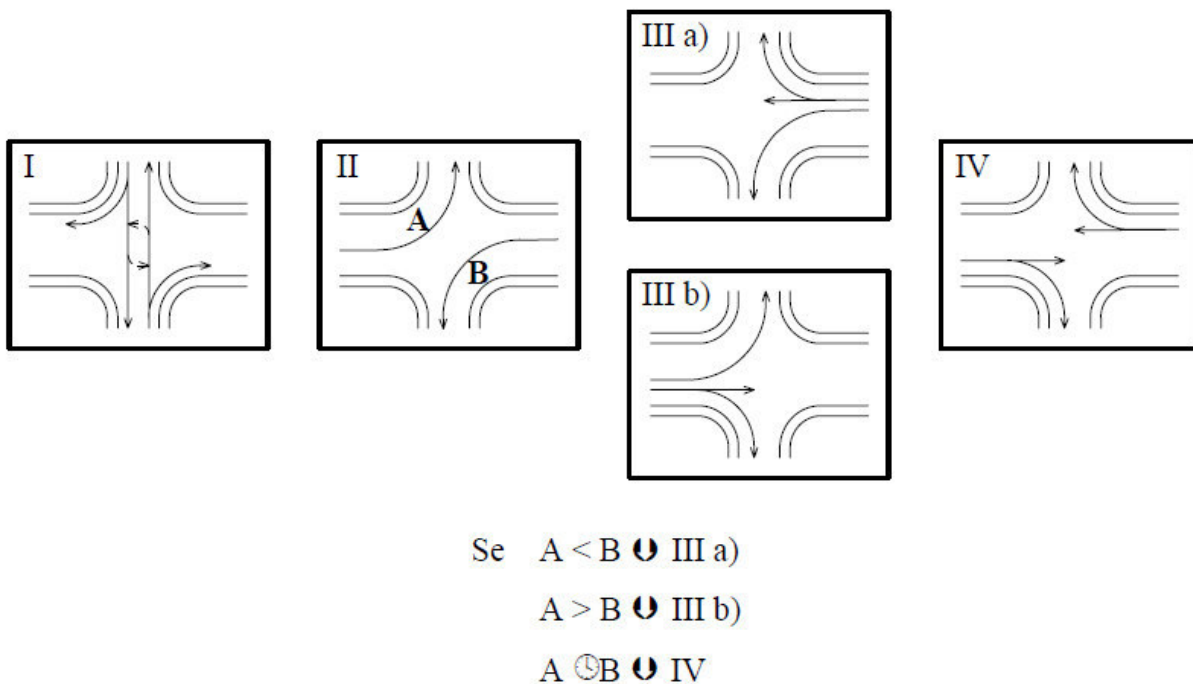


Figura 2.5 – Exemplo de uma ação de “aiguillage” (Tavares, 1994)

2.8.3.3 Prevenção de bloqueamento

O objetivo desta ação de micro-regulação é o de reduzir os riscos de bloqueamentos consecutivos gerados pela saturação interna de uma interseção ou pela criação de filas de espera que poderão originar o bloqueamento de outras interseções. (Tavares, 1994)

Estes fenómenos são gerados, na maior parte das vezes, pela má fluidez dos movimentos de viragem à esquerda. (Tavares, 1994)

Esta ação traduz-se pela antecipação da fase de verde e prolongamento do tempo de limpeza da interseção (tempo de tudo-vermelho), caso se esteja numa situação de saturação interna onde o sensor é colocado no interior do cruzamento, ou por uma antecipação ou prolongamento do tempo de verde conforme a fila de espera se esteja a gerar a montante ou a jusante da interseção em que o sensor é colocado que corre o risco de ser bloqueada. (Tavares, 1994)

2.8.4 Plano de regulação: fase, ciclo e período de transição

Uma fase representa a fração de tempo onde uma ou várias correntes de tráfego têm permissão para avançar, estando as restantes correntes impedidas de o fazer. O seu início ocorre quando uma corrente

de tráfego recebe permissão de avançar (sinal verde) e termina quando há mudança no sinal luminoso (início do amarelo ou verde intermitente). (Tavares, 1994)

Na passagem de uma fase para outra ocorre um período de tempo de transição entre fases, destinado a alertar os condutores para a mudança que vai ocorrer. Esta transição é constituída por um tempo de amarelo que serve de aviso aos utentes que o sinal vai mudar para vermelho, o que permite uma adaptação à nova situação. Depois temos o tempo de vermelho, que indica a proibição de avançar à corrente de tráfego a que está associado. Existe também um tempo de limpeza identificado pelo sinal vermelho, mas que acontece em todas as entradas da interseção, ao mesmo tempo, que permite a limpeza, ou seja, a saída de veículos que pertencem a correntes de tráfego conflituantes e que permanecem na interseção por diversos motivos (ex.: avanço no momento de amarelo e/ou distância de percurso dentro da interseção bastante elevada). (Costa e Seco, 2008)

A sequência de fases que proporcionam a todas as correntes de tráfego o direito de avançar completa um ciclo que é medido entre instantes homólogos, isto é, tempo medido entre um dado instante e o retorno até esse mesmo instante. (Tavares, 1994)

2.9 CARACTERIZAÇÃO DAS CORRENTES DE TRÁFEGO

Os sinais luminosos destinam-se a dar indicações às correntes de tráfego que pretendem atravessar a interseção, logo é importante conhecer a procura, volumes de tráfego que chegam ao cruzamento e a forma como se dá a partida. (Costa e Seco, 2008)

2.9.1 Procura

O débito de veículos que chegam à interseção no período para o qual se pretende definir o plano de regulação. Este deve ser obtido, preferencialmente, por contagens no local, e corresponde à ponta máxima de 15 minutos, para um período de observação de pelo menos 1,5 horas. (Costa e Seco, 2008)

2.9.2 Partida dos veículos

A partida dos veículos só acontece quando o sinal está verde ou amarelo, sendo o ritmo das partidas constante à exceção do início e fim desta manobra. O tempo de verde é chamado de saturado porque se admite a passagem permanente de veículos nesse intervalo de tempo. (Costa e Seco, 2008)

No início existe uma perda de tempo no arranque do veículos, no entanto no decorrer do tempo o fluxo vai aumentando até que chega ao seu máximo, chamado de débito de saturação (s). Quando surge o amarelo o fluxo começa a diminuir até se anular. Na Figura 2.6 é possível perceber como ocorre a variação do débito de veículos. O número máximo de veículos que passa no tempo de verde é então dado por $g*s$. (Costa e Seco, 2008)

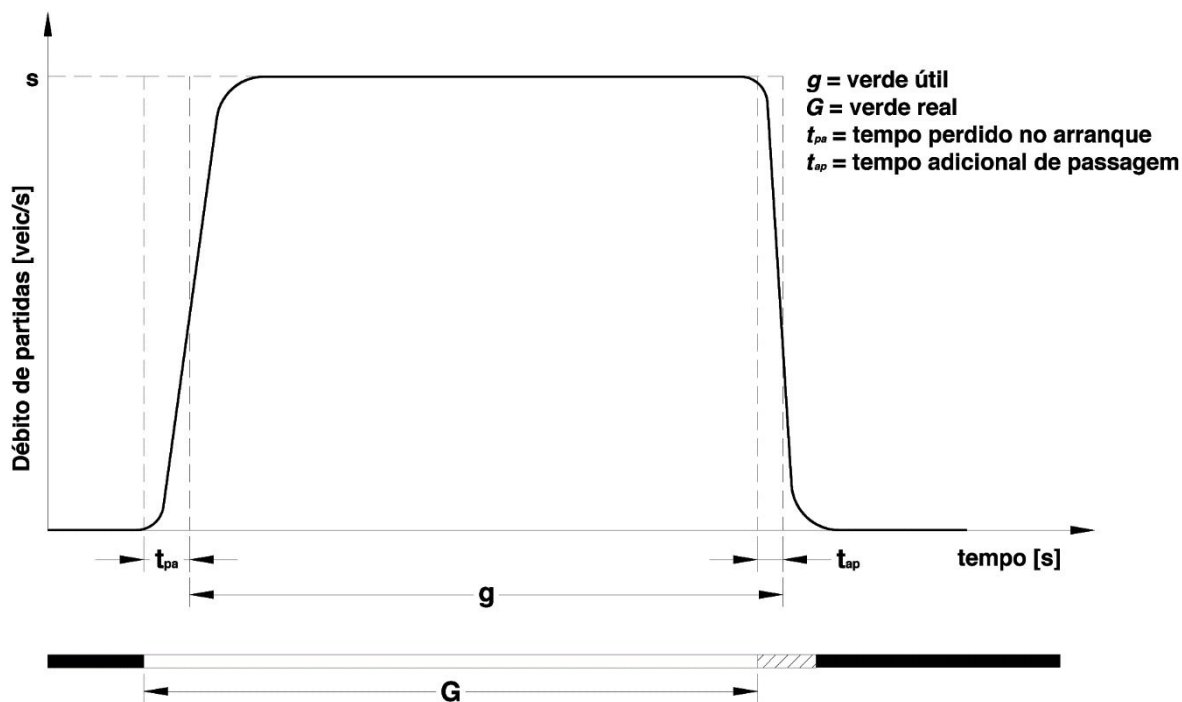


Figura 2.6 – Padrões reais e conceptuais de partidas de veículos (Costa e Seco, 2008)

2.9.3 Medição do débito de saturação

Um dos vários métodos para a medição do débito de saturação é o método Australiano que consiste na contagem dos veículos que partem da situação de parados em fila e atravessam a linha de paragem, nos seguintes períodos: (Costa e Seco, 2008)

- Período inicial constituído pelos primeiros dez segundos de verde;
- Período intermédio que decorre após o período inicial e termina no fim do tempo de verde saturado, isto é, no instante de passagem do último veículo que foi obrigado a parar ou no fim do verde real, dependendo do que acontecer primeiro.
- Período final que corresponde ao tempo para além do final do verde, contado desde o início do tempo de amarelo até à passagem do último veículo do ciclo em estudo, que esteve presente na fila de espera.

Também deve ser medido o tempo de verde saturado, bem como a duração do verde real. Estes dois valores serão iguais sempre que a fila de espera permanece para além do fim do tempo de verde. O número de veículos que passam durante o tempo de verde saturado corresponde à soma dos veículos que chegaram durante o tempo de vermelho com os que entretanto foram chegando durante o tempo de verde, mas estão impedidos de avançarem porque à sua frente a fila de espera ainda não se dissipou. (Costa e Seco, 2008)

Relativamente às contagens efetuadas podem ocorrer as seguintes situações:

- Registo nos três períodos, o que significa ter um tempo de verde integralmente saturado;
- Registo nos dois primeiros períodos, o que corresponde a um tempo de verde saturado inferior à duração do verde;
- Registo apenas no período inicial, pelo que o tempo de verde saturado é inferior a dez segundos, não se chega a atingir o débito de saturação. (não se consideram estes registos).

No Quadro 2.3 está representado um exemplo de medição do débito de saturação. Este processo deve ser repetido pelo menos para 30 ciclos.

Quadro 2.3 – Medição do débito de saturação (Costa e Seco, 2008)

Nº Ciclo	Período inicial (veic.)	Período intermédio (veic.)	Período final (veic.)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
1	3	12	1	35	35
2	3	6	-	24	30
3	2	-	-	-	12
4	3	23	1	52	52
Total	X1	X2	X3	X4	X5
Amostra	N1	N2	N3	N4	N5

O débito de saturação (s), bem como o tempo perdido no arranque (t_{pa}) e o tempo adicional de passagem (t_{ap}) podem ser calculados a partir das seguintes expressões:

$$s = \frac{X_2}{X_4 - 10N_4} \quad (17)$$

$$t_{pa} = 10 - \frac{X_1}{s \times N_1} \quad (18)$$

$$t_{ap} = \frac{X_3}{s \times N_3} \quad (19)$$

Em que,

- X_1 – Número total de veículos contados no período inicial
- X_2 – Número total de veículos contados no período intermédio
- X_3 – Número total de veículos contados no período final
- X_4 – Tempo total de verde saturado
- N_1, N_4 – Número de ciclos válidos (c/ tempo de saturação superior a 10 s)
- N_3 – Número total de períodos finais observados

Neste método para que funcione é necessário que se escolha um período de observação que de resultado valores significativos para os dois primeiros períodos de observação.

2.9.4 Estimação do débito de saturação

Os modelos de estimação do débito de saturação, são os modelos apresentadas pelo *Manual do Planeamento de Acessibilidade e Transportes*, a estimação do débito de saturação é feita isoladamente para cada via, pelo que no caso da corrente de tráfego ocupar mais do que uma via, o débito de saturação respetivo resulta da soma dos débitos de saturação das vias que lhe estão afetas. (Costa e Seco, 2008)

Por outro lado considera-se que as correntes de tráfego, para este efeito, podem ser agrupadas em correntes de tráfego com ou sem oposição, conforme os veículos tenham ou não de dar prioridade a veículos de outras correntes de tráfego. Em qualquer destes grupos ainda se pode considerar se a via é exclusiva ou se é partilhada pela presença de dois ou mais movimentos de veículos. (Costa e Seco, 2008)

O valor do débito de saturação base é de 1900 unidades de veículos ligeiros por hora (*uvl/h*), que se verifica se forem satisfeitas as seguintes condições:

- Via exclusiva para movimento em frente sem oposição;
- Corrente de tráfego constituída apenas por veículos ligeiros;
- Largura da via igual a 3,3 metros numa extensão que garanta uma permanente partida de veículos;
- Perfil longitudinal da via em patamar;

- Localização do cruzamento em zona de características médias e via afastada do passeio.

2.9.4.1 Correntes de tráfego sem oposição em via exclusiva

O débito de saturação, s é dado neste caso pela seguinte expressão:

$$s = 1900 f_w f_i f_z f_p f_t f_d \quad (20)$$

Em que,

- f_w – Fator de ajustamento devido à largura da via
- f_i – Fator de ajustamento devido ao declive da via
- f_z – Fator de ajustamento devido à localização do cruzamento
- f_p – Fator de ajustamento devido à localização da via
- f_t – fator de ajustamento devido à composição da corrente de tráfego
- f_d – fator de ajustamento devido à mudança de direção

Para vias com menos de 3,3 metros o fator f_w diminui o débito em cerca de 200 uvl/h por metro e aumenta o débito em 100 uvl/h por cada metro a vias com mais de 3,3 metros. É obtido pela expressão: (Costa e Seco, 2008)

$$f_w = \begin{cases} 0,105w + 0,653 & 2,5 < w < 3,3 \\ 0,053w + 0,826 & 3,3 < w < 5,0 \end{cases} \quad (21)$$

Em que w é a largura da via em metros.

O efeito do perfil longitudinal é positivo ou negativo conforme a via desça ou suba, facilitando ou dificultando o arranque dos veículos. É calculado a partir da expressão: (Costa e Seco, 2008)

$$f_i = 1 - 2i \quad (22)$$

Onde i é o declive da via, em formato decimal, positivo nas subidas e negativo nas descidas.

O fator de ajustamento f_z é determinado pela classe corresponde do cruzamento relativo à zona em que se insere, sendo: (Costa e Seco, 2008)

- Classe A ($f_z=1,1$) – corresponde a uma zona residencial ou suburbana, onde a visibilidade é boa, sendo nulas ou reduzidas as restrições à liberdade de manobra dos condutores provocadas pela presença de peões, rotatividade do estacionamento ou paragens de autocarros. (Costa e Seco, 2008)
- Classe B ($f_z=1,0$) – corresponde a uma zona de características médias onde as perturbações à partida dos veículos são moderadas. (Costa e Seco, 2008)

- Classe C ($f_z=0,9$) – corresponde às zonas centrais em que quer o elevado volume de peões, quer as múltiplas manobras de estacionamento, paragem para a entrada e saída de passageiros, bem como para as operações de carga e descarga têm um efeito sensível no escoamento do tráfego. (Costa e Seco, 2008)

O fator f_p assume o valor de 0,95 para a via junto ao lancil e o valor de 1,0 para as restantes vias.

Para ter em consideração com a variação do tipo de veículos o fator de ajustamento f_t é dado por:

$$f_t = \frac{1}{1 - \sum p_i + \sum p_i E_i} \quad (23)$$

Em que,

p_i – Proporção de veículos da classe i (exceto veículos ligeiros)

E_i – Coeficiente de equivalência dos veículos de classe i (exceto ligeiros)

Os coeficientes de equivalência a adotar são:

- Pesado = 2,0
- Autocarro = 2,0

Nas mudanças de direção os veículos avançam com velocidades mais baixas, sendo este efeito representado pelo fator de ajustamento f_d dado por:

$$f_d = \frac{1}{1 + \frac{1,5}{r}} \quad (24)$$

Sendo r o raio, em metros, da curva descrita pelo veículo na manobra de viragem.

2.9.4.2 Correntes de tráfego sem oposição em via partilhada

Para este caso, via ser partilhada por dois ou mais movimentos, o débito de saturação é estimado a partir do cálculo do intervalo médio entre veículos sucessivos desta corrente de tráfego dado pela média, ponderada pelas respetivas proporções, dos valores médios dos intervalos entre veículos sucessivos dos movimentos que ocupam essa via. Tendo em conta que o inverso do débito representa o valor médio do intervalo entre veículos sucessivos, dado pela seguinte expressão: (Costa e Seco, 2008)

$$s = \frac{\sum p_i}{\sum \frac{p_i}{s_i}} \quad (25)$$

Com s_i e p_i o débito de saturação e a proporção do movimento i , respetivamente mostrando assim que o débito de saturação da via partilhada corresponde à média harmónica dos débitos dos movimentos individuais. O débito de saturação é estimado pela expressão dada no ponto anterior. (Costa e Seco, 2008)

2.9.4.3 Correntes de tráfego com oposição em via exclusiva

A existência de conflito entre correntes de tráfego torna mais complexa a estimação do débito de saturação. A partida dos veículos obedece a regimes diferentes conforme haja ou não veículos presentes prioritários que impeçam as suas manobras. Os veículos não prioritários só avançam se o puderem fazer em condições de segurança, isto é, se existir um intervalo de tempo entre veículos prioritários com amplitude suficiente que permita aos veículos não prioritários realizarem a manobra sem correrem perigo. (Costa e Seco, 2008)

A Figura 2.7 ilustra a partida dos veículos de uma corrente de tráfego que sofre oposição.

Podem distinguir-se três períodos:

- Período inicial com uma duração igual ao tempo de verde saturado para a corrente de tráfego prioritária (g_s), em que não ocorrem partidas devido ao tráfego prioritário que circula no sentido oposto o não permitir. De facto os veículos prioritários que aguardavam em fila o tempo de verde para poderem avançar, vão fazê-lo em regime de saturação, isto é, com intervalos de tempo entre eles mínimos o que impede a existência de oportunidades para os veículos não prioritários poderem avançar. Este período termina no momento em que a fila de espera se esgota.
- Período intermédio que decorre até ao início do tempo de vermelho, caracterizado pelo avanço dos veículos prioritários à medida que chegam. Os veículos não prioritários só avançam se tiverem um intervalo de tempo suficiente entre veículos. A duração deste período de tempo de verde não saturado relativamente à corrente de tráfego prioritária (g_u), é dado pela diferença entre o tempo de verde útil e o tempo de verde saturado g_s . Admitindo a existência permanente de fila, o número de veículos que podem passar durante g_u é dado pelo produto g_u e s_u , representando este último parâmetro o débito de saturação da corrente de tráfego não prioritária, durante o tempo g_u , podendo este ser obtido por recurso a modelos de

determinação da capacidade em cruzamentos prioritários, tal é a semelhança entre as duas situações.

- Período final que ocorre após o fim do tempo de verde durante o qual os veículos, que tinham ficado retidos no interior do cruzamento por não terem tido oportunidade para avançarem, podem, antes do aparecimento da fase seguinte, completar a sua manobra.

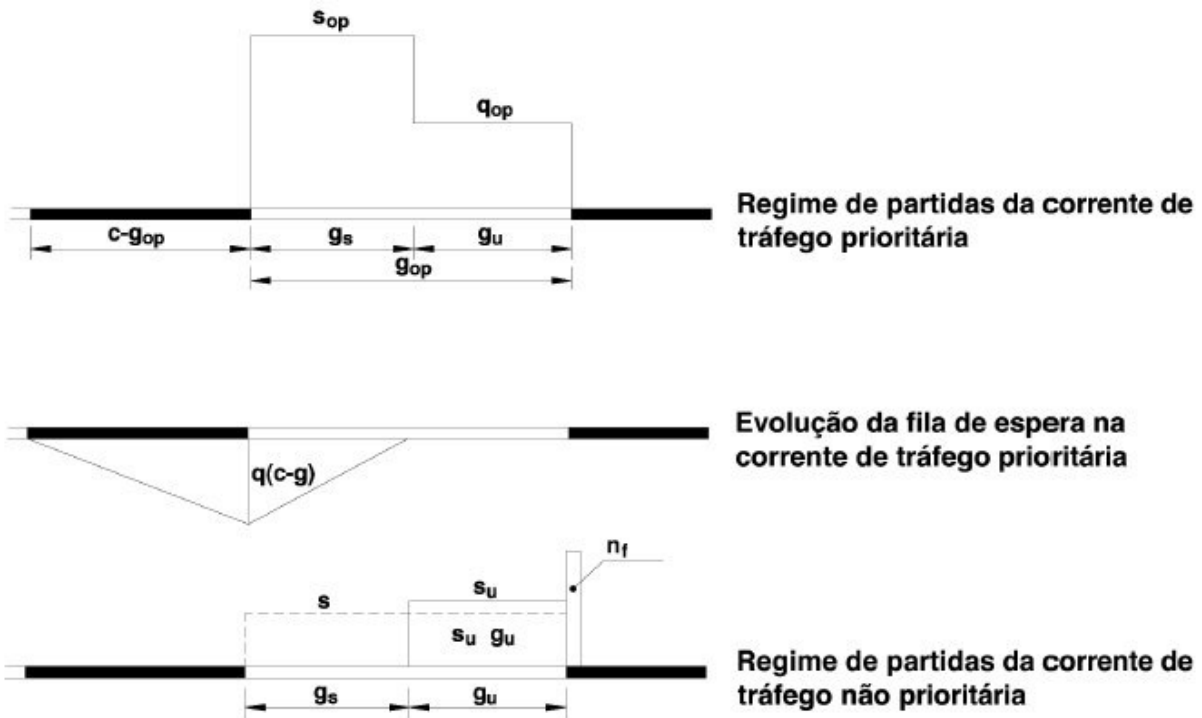


Figura 2.7 – Débito de saturação do movimento de viragem com oposição (Costa e Seco, 2008)

O débito de saturação e então estimado pela seguinte expressão:

$$s = \frac{s_u g_u + n_f}{g} \quad (26)$$

Sendo,

s_u – Débito de saturação da corrente de tráfego não prioritária, durante o tempo g_u

g_u – Tempo de verde não saturado da corrente de tráfego prioritária

n_f – Número de partidas após o fim do tempo de verde

g – Tempo de verde útil da corrente de tráfego não prioritária

O valor de s_u é dado pela expressão:

$$s_u = q_{op} \frac{\exp(-\alpha q_{op})}{1 - \exp(-\beta_2 q_{op})} \quad (27)$$

Com,

- q_{op} – Débito de chegadas da corrente de tráfego prioritária
- α – Intervalo de aceitação crítico dos veículos não prioritários (=5s)
- β_2 – Intervalo mínimo entre partidas de veículos não prioritários (=3s)

O valor de g_u pode ser obtido da seguinte forma:

$$g_u = (g_{op}s_{op} - q_{op}C)/(s_{op} - q_{op}) \quad (28)$$

Com,

- s_{op} – Débito de saturação da corrente de tráfego prioritária
- q_{op} – Débito de chegadas da corrente de tráfego prioritária
- C – Duração do ciclo
- g_{op} – Tempo de verde útil da corrente de tráfego prioritária

O número de veículos n_f que, em média, podem partir após o fim do tempo de verde será significativo no caso de serem escassas as oportunidades de avanço oferecidas na corrente de tráfego prioritária.

A estimativa do número de veículos é dado por:

$$n_f = n_s F \quad (29)$$

Em que,

- n_s – Representa o espaço disponível no interior do cruzamento, expresso em veículos, para reter os veículos não prioritários
- F – Representa a probabilidade que de existam veículos a ocupar este espaço

O valor de F é dado por:

$$F = x^{0,2} \quad (30)$$

Onde x é o grau de saturação que será definido mais adiante, dado pela expressão 40.

2.9.4.4 Corrente de tráfego com oposição em via partilhada

Sendo a via partilhada por movimentos com e sem oposição, de que o exemplo mais comum é a combinação do movimento em frente sem oposição com o movimento à esquerda com oposição, deixa de ser possível usar a metodologia atrás descrita, por exemplo, durante o tempo de verde saturado da corrente de tráfego prioritária podem ocorrer partidas da via partilhada dos movimentos sem oposição até que a via fique bloqueada pelos veículos com oposição. Tal poderá acontecer também no tempo de verde não saturado.

O método apresentado é o método descrito no *Manual do Planeamento de Acessibilidade e Transportes*,

O débito de saturação s da corrente de tráfego não prioritária em via partilhada com oposição, admitindo apenas dois movimentos, um com oposição e outro sem oposição, e seguindo os princípios enunciados na alínea anterior, será dado por:

$$s = \frac{s_g + n'_f}{g} \quad (31)$$

Com,

s_g – Débito de saturação durante o tempo de verde útil g
 n'_f – Número médio de partidas após o fim do tempo de verde

O valor de s_g é, por sua vez, dado por:

$$s_g = 0,9 \frac{s_f}{1 + p(B - 1)} \quad (32)$$

Com,

$$B = 1 + \frac{1,5}{r} + \frac{t_1}{t_2} \quad (33)$$

$$t_1 = \frac{12x_{op}^2}{1 + 0,6n_s(1 - p)} \quad (34)$$

$$t_2 = 1 - (px_{op})^2 \quad (35)$$

Em que,

s_f – Débito de saturação do movimento em frente, em via exclusiva sem oposição
 r – Raio de curvatura da trajetória do movimento de viragem
 x_{op} – Grau de saturação da corrente de tráfego prioritária
 n_s – Capacidade de retenção no cruzamento dos veículos que pretendem virar à esquerda
 p – Proporção de viragens à esquerda

Para determinar n'_f usa-se um procedimento análogo ao apresentado na alínea anterior, fazendo:

$$n'_f = n_s F \quad (36)$$

Com,

$$F = (px_{op})^{0,2} \quad (37)$$

No caso de se dispor de três movimentos, sendo dois deles sem oposição, o valor de s_g vem dado por:

$$s_g = 0,9 \frac{s_f}{1 + p_1 \frac{t_1}{t_2} + 1,5 \frac{p_1}{r_1} + 1,5 \frac{p_2}{r_2}} \quad (38)$$

Em que p_1 e p_2 , r_1 e r_2 são as proporções e raios de curvatura das trajetórias dos veículos com mudança de direção com oposição e sem oposição, respetivamente.

2.9.5 Capacidade e grau de saturação

A capacidade define-se como o número máximo de veículos que podem partir por unidade de tempo, sendo geralmente associada às correntes de tráfego. Assim, se for s o débito de saturação, g o tempo de verde útil e C a duração do ciclo, a capacidade Q é dada por:

$$Q = s \times \frac{g}{C} \quad (39)$$

Este valor representa o limite físico de escoamento, ou seja a capacidade possível teórica.

O grau ou taxa de ocupação é dado pelo rácio entre a procura e a capacidade:

$$x = \frac{q}{Q} \quad (40)$$

2.9.6 Ciclos mínimos e máximos e ótimo

Os ciclos devem estar compreendidos entre os 30 e 120 segundos. No entanto a duração do ciclo não deve ser inferior a um valor mínimo (C_{min}), para que o cruzamento não fique saturado com a procura a exceder a capacidade. O valor mínimo é dado pela expressão:

$$C_{min} = \frac{L}{1 - Y} \quad (41)$$

Dentro do intervalo de valores para o ciclo, à que identificar o ciclo ótimo que é dado pela expressão seguinte:

$$C_o = \frac{1,5L + 5}{1 - Y} \quad (42)$$

Em que,

C_o – Duração ótima do ciclo

L – Tempo perdido no ciclo

Y – Índice de carga do cruzamento (somatório quociente entre débito e débito de saturação – $\Sigma q/s$)

2.9.7 Indicadores de desempenho

O funcionamento de um cruzamento ou ramo e entrada pode ser avaliado através dos seguintes indicadores de desempenho: capacidade de reserva, atraso e fila de espera.

2.9.7.1 Capacidade de reserva ou margem de crescimento

Este conceito corresponde à percentagem de aumento de tráfego que uma determinada corrente de tráfego pode ainda sofrer dado por:

$$Q_r = \frac{Q - q}{q} \quad (43)$$

Em que,

Q – Capacidade

q – Débito de chegada

2.9.7.2 Atraso

O valor do atraso médio por veículo, é dado pela expressão seguinte:

$$d = \frac{C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{2 \left(1 - x \frac{g}{C}\right)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65x \left(\frac{C}{q^2}\right)^{\frac{1}{3}} \left(2 + 5 \frac{g}{C}\right) \quad (44)$$

Em que,

d – Atraso médio por veículo

C – Duração do ciclo

g – Tempo de verde útil

x – Grau de saturação

q – Débito de chegadas

A edição de 2000 do *Highway Capacity Manual* usa o atraso médio por veículo para definir os níveis de serviço em cruzamentos regulados por sinalização luminosa, conforme se mostra no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 – Critérios do nível de serviço

Níveis de serviço	Atraso médio por veículo (s)
A	≤10
B	>10
C	>20
D	>35
E	>55
F	>80

2.9.7.3 Filas de espera

Tendo em conta modelos simplificados que admitem um comportamento determinista do tráfego, quer no que se refere ao processo de chegadas, quer às partidas, a fila de espera máxima pode ser calculada pelas seguintes expressões:

2.9.7.3.1 Para ciclo não saturado,

$$N_u = q(C - g) \quad (45)$$

Em que,

q – Débito de chegadas

C – Duração do ciclo

g – Tempo de verde útil

2.9.7.3.2 No caso de existir ciclos saturados e não saturados, ao valor de N_u dado por (46) ter-se-á de somar o número médio de veículos, N_o , presentes no início do verde,

$$N_o = \frac{QT_f}{4} \left(z + \sqrt{z^2 + \frac{12(x - x_0)}{QT_f}} \right) \quad (46)$$

N_o – Número total de veículos retidos em fila de espera após o verde

Q – Capacidade (veíc/h)

T_f – Período de tempo (h) em que existe o débito q

x – Grau de saturação

$$z = x - 1 \quad (47)$$

$$x_0 = 0,67 + \frac{s \cdot g}{600} \quad (48)$$

Para valores de grau de saturação inferiores a x_0 será nulo o valor de N_0 .

Por vezes é importante conhecer qual a distância à linha de paragem ficará o último veículo a ficar retido na fila. Isto acontece quando durante a partida de veículos continuam a chegar veículos que se juntam no fim da fila.

A distância máxima da linha de paragem em que há fila pode ser obtido a partir da determinação do número de veículos N que chegam durante o tempo de vermelho e o tempo de verde saturado, ou seja, com fila de espera, dado por:

$$N = q(C - g + g_s) \quad (49)$$

Em que,

- q – Débito de chegadas
- C – Duração do ciclo
- g – Tempo de verde útil
- g_s – Tempo de verde útil saturado

2.9.8 Método observador móvel

A utilização do veículo-teste, no chamado método do observador móvel, permite recolher informação importante para a obtenção dos parâmetros macroscópicos que serão úteis na comparação das duas situações, nomeadamente o débito, o tempo médio de percurso, velocidade média no espaço e a concentração. Consiste em percorrer o percurso definido pelos dois sentidos de circulação.

A variáveis a medir no sentido da corrente de tráfego são:

- n_s – Número de veículos ultrapassados;
- n_f – Número de veículos que ultrapassam;
- t_w – Tempo de percurso na ida.

No sentido contrário à corrente de tráfego, as variáveis são:

- n_a – Número de veículos que se cruzam com o veículo-teste;
- t_a – Tempo de percurso no sentido de volta.

Estas variáveis permitem determinar:

- Débito;

$$q = \frac{n_f - n_s - n_a}{t_a + t_w} \quad (50)$$

- Tempo médio de percurso;

$$T = t_w - \frac{n_f - n_s}{q} = \frac{n_a}{q} - t_a \quad (51)$$

- Velocidade média no espaço;

$$u_s = \frac{L}{T} \quad (52)$$

Sendo L a extensão do percurso.

- Concentração.

$$k = \frac{q}{u_s} \quad (53)$$

Para o caso do segmento de estrada ter apenas um sentido deve-se fazer o percurso, para recolha de dados, com dois conjuntos distintos de velocidades. Daí o débito e o tempo médio de percurso é calculado pela resolução do sistema:

$$\begin{cases} T = t_{w1} - \frac{n_{f1} - n_{s1}}{q} \\ T = t_{w2} - \frac{n_{f2} - n_{s2}}{q} \end{cases} \quad (54)$$

2.9.9 Medição do débito de saturação

Outro método que permite determinar “in situ” o débito de saturação é o método apresentado pelo Instituto Superior Técnico, na unidade curricular Engenharia de Tráfego Rodoviário.

Este método consiste na medição do tempo médio entre veículos quando estes se encontram em saturação, Figura 2.6. Considera-se que na fila se inicia a saturação quando o quarto veículo atravessa a linha de paragem e termina quando o último veículo da fila de espera atravessa a linha de paragem.

Este método funciona para filas com dez ou mais veículos para que o débito de saturação se verifique. É aplicável apenas a uma via, no caso de a corrente de tráfego possuir mais que uma via, só é considerado uma das vias, multiplicando posteriormente o resultado do débito pelo número de vias.

A equipa responsável pela medição do débito de saturação deve ser composta por dois elementos, um designado de observador e outro de cronometrista.

O observador tem como tarefas: verificar qual o último veículo na fila de espera e avisar ao cronometrista qual é, registar os tempos obtidos pelo cronometrista.

O cronometrista tem como tarefa contar o tempo partir do início de verde, o tempo de passagem do quarto veículo, quando atravessa a linha de paragem e o tempo em que o último veículo da fila de espera atravessa a linha de paragem.

O tempo médio entre veículos h , em $s/veic$, resulta da seguinte expressão.

$$h = \frac{t_i - t_4}{i - 4} \quad (55)$$

Em que,

- h – Tempo médio entre veículos
- t_i – Tempo de passagem do último veículo da fila de espera
- t_4 – Tempo de passagem do quarto veículo da fila de espera

O débito de saturação em $veic/h$ será o inverso do tempo médio entre veículos dado pela expressão seguinte.

$$s = \frac{3600}{h} \quad (56)$$

2.9.10 Medição do atraso médio por veículo

Este método permite conhecer o atraso médio por veículo sem recorrer à formulação descrita no ponto 2.9.3. Para isso recorre-se à observação do número de veículos parados numa via ou conjunto de vias, em intervalos de tempo regulares na interseção. Pode ser realizado para uma só via ou um conjunto de vias.(Fernandes, [s.d.])

Para aplicar este método devem-se ter em conta os seguintes passos:

- Identificar o comprimento máximo da fila de espera para limitar a área de estudo;
- Contar e registar o número de veículos parados V , em intervalos I de 20 segundos, dentro da área definida;
- Em simultâneo determinar o débito q que atravessa a interseção durante o tempo que decorre a medição.

Assume-se por simplificação que o veículo observado como parado se encontra parado durante o intervalo de tempo. O atraso d será dado pela expressão seguinte:

$$d = \frac{\sum V * I}{q} \quad (57)$$

Em que,

d – Atraso médio por veículo (s)

$\sum V$ – Soma de todos os veículos observados como parados

I – Intervalo de tempo de 20 segundos

q – Débito (veículos)

Este método é apresentado pelo Instituto Superior Técnico, na unidade curricular Engenharia de Tráfego Rodoviário e pode ser aplicado a uma via, um conjunto de vias ou a toda a interseção, onde o nível de serviço é definido pelo atraso médio sentido naquela zona.

3 ESTADO DA ARTE

3.1 O SISTEMA SIGA

O sistema de controlo de tráfego instalado na Câmara Municipal do Porto, conhecido por sistema SIGA, faz a gestão remota de dez zonas centralizadas distintas, a saber Sé, Bolhão, República, Boavista, Galiza, Universidade, Magalhães, Mota Pinto, Constituição e Parque da cidade, que são numeradas de 1 a 10 pela ordem apresentada, Figura 3.1. O sistema trata os dados fornecidos pelos sensores de tráfego na via (pedidos de botoneira, contagem de veículos, filas de espera e taxas de ocupação) e para cada zona define o respetivo plano de regulação, sendo a adaptação do ciclo executada em tempo real e de forma automatizada a cada cinco segundos.

A Sala de Controlo de Tráfego -SCT funciona como estação central de comando do sistema SIGA. Os operadores dispõem de monitores de vídeo para visualização e acompanhamento das imagens e parâmetros viários do sistema SIGA.

O *software* que permite a gestão de tráfego associado ao SIGA, é o programa GERTRUDE.



Figura 3.1 – Distribuição por zonas do sistema SIGA

3.2 GERTRUDE

O sistema GERTRUDE - Gestion Electronique de Régulation du Trafic Routier Urbain Défiand les Embouteillages, foi desenvolvido pela GETRUDE SAEM S.A., filial da Comunidade Urbana de Bordéus e da ELF-Aquitaine.

Os objetivos gerais a alcançar são:

- Melhorar as condições de escoamento nos períodos de ponta;
- Dar prioridade absoluta aos veículos de emergência;
- Facilitar a circulação dos veículos de transporte coletivo;
- Remover o congestionamento da área central e das artérias consideradas críticas da rede viária;
- Aumentar a segurança rodoviária.

Os dois grandes princípios deste sistema são:

- I. Em circulação fluída, a estratégia tem por base um conjunto de planos de regulação para cada zona;
- II. Em saturação, são “criadas” áreas de armazenamento de veículos, de modo a manter fluída a circulação em geral.

Cada zona tem associado um plano de regulação pré-calculado e mediante a informação fornecida pelos detetores de contagens de tráfego e de taxas de ocupação o ciclo vai sendo adaptado há situação de circulação dentro da zona, pela variação de ciclo de 5 em 5 segundos.

Estes planos são utilizados juntamente com dois tipos de regulação em tempo real:

- Uma adaptabilidade local controlada pelo nível central de modo a eliminar eventuais incompatibilidades resultantes de decisões locais;
- Uma deformação das “ondas verdes” dos eixos que constituem a rede em dos dados de tráfego obtidos.

Neste sistema a saturação é resolvida pela redução da capacidade dos cruzamentos que controlam as artérias permitindo armazenar alguns veículos sem que se prejudique a circulação geral. (Tavares, 1994)

Na concessão de prioridades este sistema procura dar prioridade aos veículos de emergência, se estes tiverem equipamento específico, que permite criar uma onda de verde para itinerários específicos. Por exemplo, se no quartel de bombeiros existir uma consola ligada ao computador central que no momento do alarme cria essa onda no itinerário pretendido. (Tavares, 1994)

Relativamente à prioridade ao transporte coletivo, esta passa pela criação de corredores BUS nas áreas de armazenamento e pela antecipação da abertura do verde para esse corredores que permitem estes transportes serem os primeiros a entrar no cruzamento. (Tavares, 1994)

3.3 CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA SIGA

O sistema é constituído atualmente por uma rede de comunicações própria. A Sala de Controlo de Tráfego é o centro nevrálgico dessa rede. Ali convergem as várias sub-redes de fibra ótica e cobre. Neste momento assiste-se a uma alteração dos modos de comunicação atendendo a que a evolução tecnológica assim o obriga. Trata-se fundamentalmente da evolução de comunicações analógicas para comunicações digitais.

3.3.1 Sala de controlo de tráfego - SCT

Estruturalmente a SCT é constituída por duas divisões: operação e bastidores.

Na sala de bastidores encontram-se os sistemas de receção, conversão, gestão, retransmissão e cedência de vídeo e os servidores da GERTRUDE.

Na sala de operação é onde são visualizadas e monitorizadas as imagens de vídeo, e é realizada a gestão/exploração do *software* GERTRUDE. Existem ali ainda outras valências, no que concerne à gestão da via pública (gestão remota de acessos a zonas condicionadas e comunicação de avarias na via pública). Esse serviço tem ainda a seu cargo a gestão de infraestruturas, projeto, dimensionamento de sinalização automática de trânsito e a fiscalização e gestão dos contratos de manutenção e expansão deste sistema.

3.3.2 Rede de comunicações

A rede de comunicações para gestão remota de controladores de tráfego a partir da SCT (sistema SIGA) é feita recorrendo, na sua maioria, a uma rede de cabos de cobre, existindo já algumas instalações que recorrem a comunicações por fibra ótica.

A rede de comunicações do sistema vídeo é estruturada utilizando uma rede de fibra ótica com uma extensão de mais de quarenta quilómetros. A sua principal função é garantir a receção de sinais de vídeo das 107 câmaras de vídeo, colocadas em diferentes locais no município do Porto.

3.3.3 Principais equipamentos de regulação de tráfego

3.3.3.1 Controladores de tráfego

Um comando controlador de tráfego é o equipamento eletrónico que possibilita o funcionamento de uma instalação luminosa com as respetivas etapas, fases, ciclos e planos de programação. Permitem receber e transmitir a informação dos elementos a ele associados para gestão de tráfego, tais como sensores, detetores, pulsadores, etc.

Estes controladores têm a capacidade as seguintes funções de regulação: temporização, funções de relógio, prioridade ao transporte público, prioridade a veículos de emergência, atuado por veículos e por peões.

3.3.3.2 Sensores eletromagnéticos

A deteção de passagem de veículos é efetuada recorrendo a sensores eletromagnéticos embebidos no pavimento.

Os sensores utilizam deteção por espira magnética (ou radar se for caso disso), com sensibilidade de deteção variável e medição de tempo de ocupação. Têm como finalidade detetar a variação do campo eletromagnético na espira e transformá-la num sinal elétrico correspondente. Pode funcionar em dois modos distintos: funcionamento por impulsos (por cada variação do valor do campo eletromagnético (passagem da viatura) emite um impulso, não tendo em conta a duração da passagem) ou funcionamento em presença (por cada variação do valor do campo eletromagnético emite um impulso com a duração Δt correspondente ao tempo de passagem da viatura).

Os tipos de espiras aplicadas no sistema SIGA, existentes, são:

- Espiras adaptativas ou de pedido que se encontram localizadas próximas da interseção e informam o sistema que existem veículos na via em que se encontra instalada sendo necessário ceder passagem a essa corrente, as betoneiras funcionam exatamente como estas espiras, mas neste caso para abrir o sinal de verde para peão.

- Espiras de cauda que têm como função medir o tamanho da fila de espera e informar que há a necessidade de dar mais tempo a esta corrente pois a fila é longa, situam-se a uma distância onde o fim da fila de espera pode condicionar a circulação.
- Espiras contadoras que são colocadas em cada via e que têm como função contar o número de passagens, podem também funcionar como espiras de cauda.
- Espiras de bombeiro, são espiras especiais que detetam e confirmam a presença de um veículo de bombeiros que transporta um emissor prioritário, sendo que este solicita a um recetor prioritário colocado no controlador de tráfego ao longo de percurso prioritário pré-desenhado, a ativação de um conjunto de operações de micro-regulação, que lhe facultam circulação em “onda verde” própria.



Figura 3.2 – Sala de Controlo de tráfego (26 de Junho de 2015)

4 AVALIAÇÃO DO SISTEMA SIGA

4.1 INTRODUÇÃO

O presente documento resulta do interesse em aferir os benefícios que o sistema SIGA acrescenta à gestão/circulação das correntes de tráfego existentes dentro da cidade do Porto.

Para tal recorreu-se a uma série de metodologias para medição de parâmetros, definidos no capítulo II, que são fundamentais para a avaliação do sistema. Esses parâmetros foram medidos em duas situações distintas: com o sistema SIGA em funcionamento normal (todas as instalações luminosas interligadas) e com o sistema desativado (forçado) pelo operador.

Este trabalho propõe-se assim refletir sobre a óbvia mais-valia (do ponto de vista abstrato e intuitivo) que a regulação luminosa com coordenação entre instalações luminosas de um mesmo eixo viário permite. Sendo ainda objeto, quantificar mensuravelmente essa mais-valia e os decorrentes benefícios para a circulação viária e consequente diminuição dos atrasos.

Utilizaram-se três métodos para o estudo das condições de circulação e atrasos tráfego que permitiram avaliar a zona:

- Método australiano (determinar para cada interseção o débito de saturação, atraso e o respetivo nível de serviço),
- Método do observador móvel (determinar os parâmetros macroscópicos: débito, tempo médio de percurso, velocidade média e concentração).
- Método que permite a determinação direta do atraso, preconizado pelo Instituto Superior Técnico.

As medições decorreram nas horas de ponta da manhã, entre as 8:00 h e as 9:30 h, e na ponta da tarde entre as 17:45 h e as 19:00 h.

Os dias mais indicados para estas medições são as terças, quartas e quintas excluindo o período de férias escolares, porque nestes dias a procura é mais estável, ou seja, no fim-de-semana existe menos procura e nas segundas e sextas como os imigrantes, estudantes e trabalhadores, retornam ou saem do Porto, provocam aumentos esporádicos na procura viária que não definem a zona.

4.2 ZONA EM ESTUDO

A zona Constituição 9 será a zona a estudar, e para estes efeitos é constituída pela rua da Constituição, rua Damião de Góis com João Pedro Ribeiro e praça Marquês de Pombal, Figura 4.1.

Esta zona centralizada possui doze interseções semaforizadas em que onze delas estão centralizadas, como se pode ver na figura (indicadas a amarelo). Destas interseções, cinco delas encontram-se na Constituição que começam na praça do Marquês e termina na interseção com a rua Antero Quental. As restantes interseções encontram-se ao longo da rua Damião de Góis e João Pedro Ribeiro e Praça Marquês de Pombal.

Também é importante referir que a rua da Constituição tem um só sentido, este-oeste, e a rua Damião de Góis igualmente com um sentido, mas neste caso oeste-este. Ambas os arruamentos são de extrema importância para a circulação da cidade uma vez que são eixos urbanos estruturantes. As ruas de Faria Guimarães, São Brás e Zeca Afonso têm igual classificação viária. A rua Antero de Quental encontra-se num nível hierárquico inferior, a saber, eixo urbano complementar. Os restantes arruamentos não têm qualquer designação, sendo por isso designadas de provimento local.

Para cada interseção será apresentado um esquema que indica a sinalização vertical/marcas rodoviárias adotados, que complementam a sinalização luminosa, para melhor compreensão das condições de circulação existentes.

4.3.1 Interseção Constituição/Marquês

Nesta interseção identificaram-se três situações de estacionamento abusivo, Figura 4.3, que provocam um decréscimo na capacidade da via prejudicando o funcionamento e fluidez da interseção.

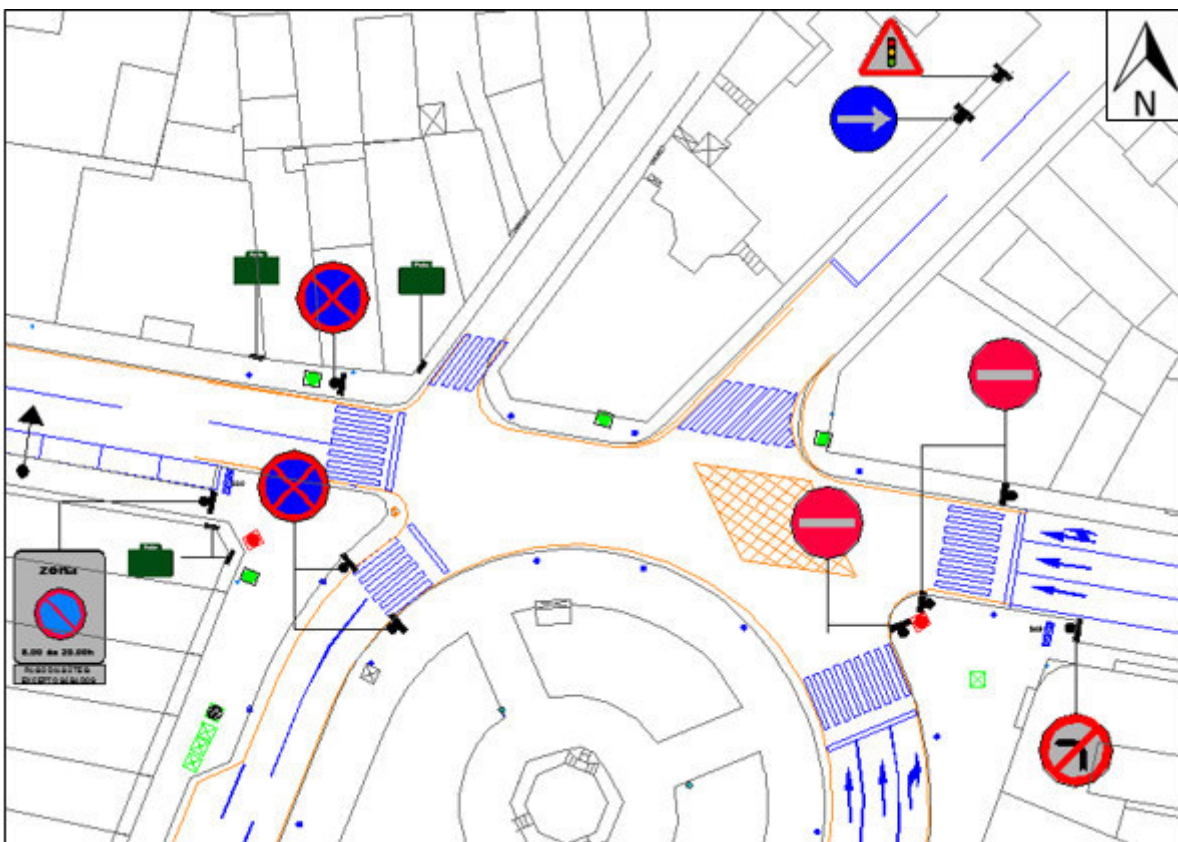


Figura 4.2 – Esquema de sinalização vertical, Constituição/Marquês



Figura 4.3 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Marquês

Na situação 1, o estacionamento condiciona a passagem de veículos na via da direita reduzindo a faixa de rodagem de duas vias para uma, o que atrasa o avanço dos veículos e cria conflitos nas movimentações.

Na situação 2, os veículos estacionados impedem a corrente de tráfego de avançar, criando filas que por vezes impedem o avanço dos veículos da Constituição, quando esta atravessa a zona da interseção.

Na situação 3, com o estacionamento junto à berma na via mais à direita, há uma diminuição da capacidade de entrada na interseção, onde, em vez de existirem três filas de veículos só se verificam na realidade duas, mais uma vez há uma diminuição da capacidade.

4.3.2 Interseção Constituição/Visconde Setúbal

Nesta interseção verifica-se estacionamento abusivo junto à berma da via direita, ao longo da Constituição, o que como já referido diminui a capacidade da faixa de rodagem.

Na rua Visconde Setúbal, junto à berma esquerda, ao longo da rua, o estacionamento abusivo é constante mas com a particularidade de que existe um detetor, representado a laranja na Figura 4.5, que pode ser carregado por esses veículos induzindo em erro o SIGA, ao assumir que existem veículos a precisar de verde. Isto provoca mudança para verde no semáforo sem ser necessário, criando atrasos na via principal, rua Constituição, até ao ponto em que pode mesmo deixar de contar com este detetor.

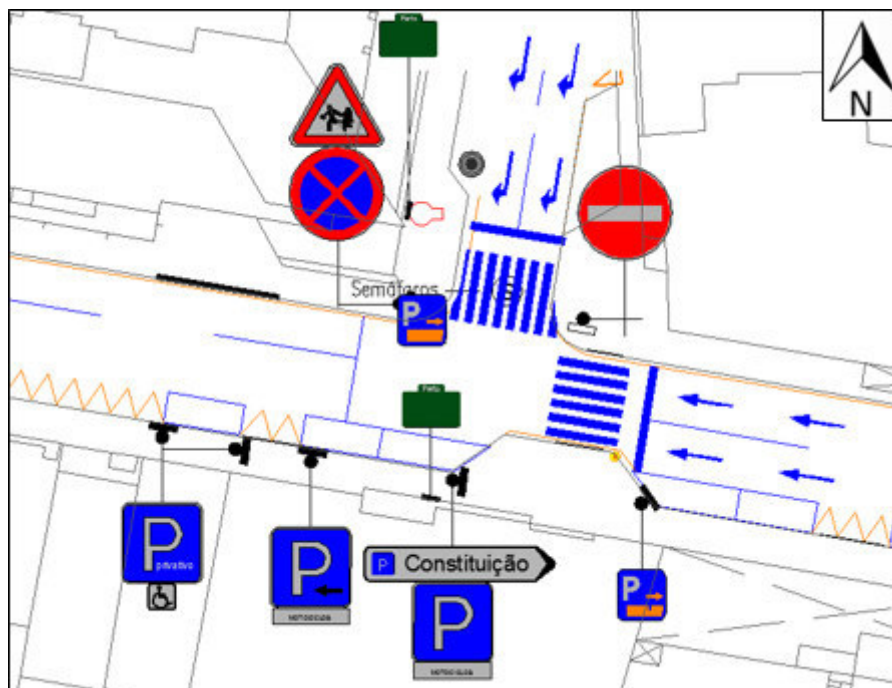


Figura 4.4 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Visconde Setúbal

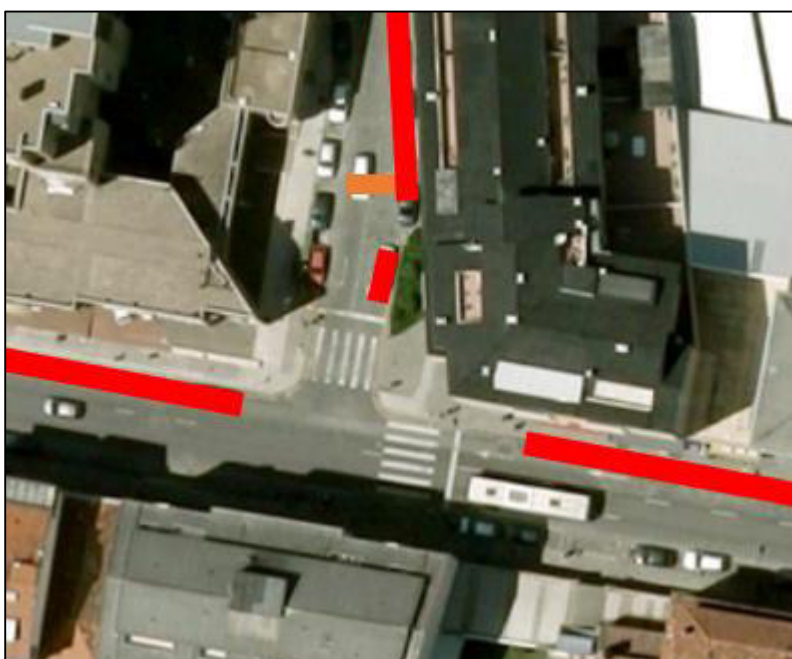


Figura 4.5 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Visconde Setúbal

4.3.3 Interseção Constituição/Faria Guimarães

Neste local o problema que se verifica é apenas o estacionamento abusivo junto à berma direita da rua da constituição, que como referido anteriormente, diminui a capacidade da rua, reduzindo o número de vias disponíveis para circulação.

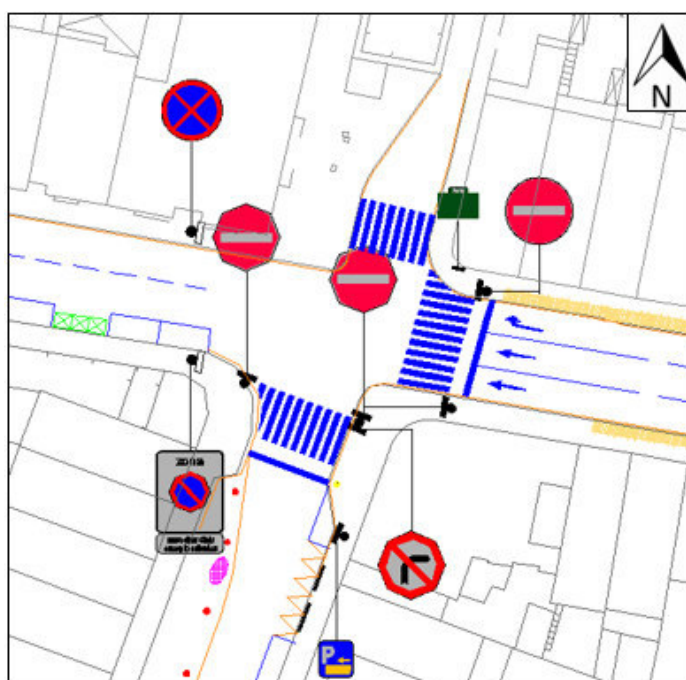


Figura 4.6 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Faria Guimarães



Figura 4.7 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Visconde Setúbal

4.3.4 Interseção Constituição/Zeca Afonso

A interseção Constituição/Zeca Afonso apresenta problemas de estacionamento abusivo, nas zonas assinaladas a vermelho na Figura 4.9, que continuam na rua da Constituição e também junto à berma esquerda da rua Zeca Afonso na proximidade da interseção.

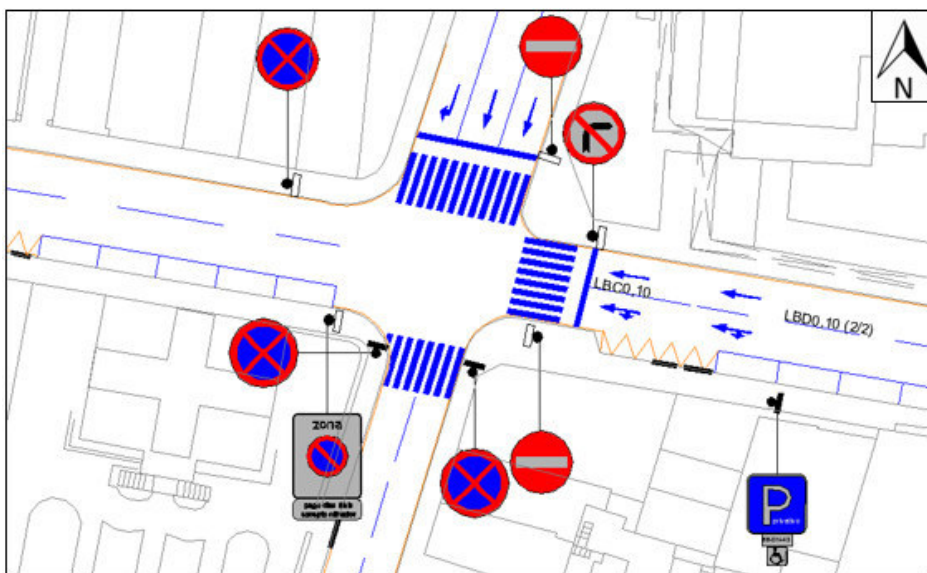


Figura 4.8 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Zeca Afonso



Figura 4.9 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Zeca Afonso

4.3.5 Interseção Constituição/Antero Qental

Nesta interseção continua-se a verificar o problema de estacionamento abusivo junto à bermã direita na rua da Constituição, problema recorrente ao longo da rua, e na rua Antero Qental junto à interseção encontra-se estacionamento abusivo que se prolonga ao longo da rua, que dificulta a corrente de tráfego que pretende virar à direita da rua da constituição para a rua Antero Qental.



Figura 4.10 – Esquema de sinalização vertical, interseção Constituição/Antero Qental



Figura 4.11 – Estacionamento abusivo, interseção Constituição/Antero Qental

4.4 RECOLHA DE DADOS

4.4.1 Contagens de tráfego

Este método será aplicado apenas às interseções centralizadas pertencentes à rua da Constituição: Constituição/Marquês, Constituição/Visconde de Setúbal, Constituição/Zeca Afonso, Constituição/Faria Guimarães e Constituição/Antero de Quental. Idealmente dever-se-iam estudar todas as interseções, mas o mesmo não é possível devido ao número elevado de recursos humanos (operadores) para efetuar as contagens em todos os postos necessários.

Cada operador deve contar no máximo três correntes de tráfego distintas no entanto, o ideal será contar apenas duas correntes, para a contagem ser o mais assertiva possível, uma vez que é necessário diferenciar os veículos por categoria (ligeiro, pesado e autocarro). As contagens são realizadas em intervalos de 15 minutos para posterior determinação do débito (intervalo de 15 minutos com maior procura multiplicado por 4).

Nos pontos seguintes caracterizam-se as interseções, localização dos postos e correntes de tráfego associadas a cada posto, bem como o diagrama de fases representativo de cada interseção com a indicação dos tempos de verde máximos permitidos pelo sistema GERTRUDE em segundos, e o tempo de amarelo e vermelho de limpeza. O impresso utilizado para registo das contagens é o apresentado na Figura 4.12.

Interseção: _____									
Posto: _____		Observações: _____							
Operador: _____									
Data: _____									
Período horário (15 em 15 min.)	Movimento:			Movimento:			Movimento:		
	Categoria de veículos			Categoria de veículos			Categoria de veículos		
	Ligeiro	Pesado	Autocarro	Ligeiro	Pesado	Autocarro	Ligeiro	Pesado	Autocarro
8:00 / 8:15									
8:15 / 8:30									
8:30 / 8:45									
8:45 / 9:00									
9:00 / 9:15									

Figura 4.12 – Impresso contagens de tráfego

4.4.1.1 Interseção Constituição/Marquês (CMP_86/ CC_152)

A interseção representada na Figura 4.14 tem três ramos de entrada, um pertencente à rua da Constituição, um pertencente à rua Costa Cabral e outro pertencente à praça do Marquês de Pombal.

Nesta interseção a rua da Constituição tem três vias na faixa de rodagem com um sentido, a rua da Costa Cabral tem na sua faixa de rodagem duas vias uma para cada sentido e a praça do Marquês possui três vias na respectiva faixa de rodagem.

Neste caso a interseção é completamente atuada, uma vez que tem detetores em todos os ramos de entrada. Existem para veículos, três grupos semafóricos: 0, 1 e 2. Ambos têm fases distintas para o verde, que se encontram representadas no esquema da Figura 4.13.

Grupo Semafórico	Tempo de cada fase (segundos)			
0	70	3	3	
1		25	3	3
2			19	3 3
3		25	19	
4	70		19	
5	70			
10	70	25	3	
11	70	3	3	19 3 3
12			19	
13		25		

Figura 4.13 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Marquês

O grupo 2 possui uma via com dois movimentos, um em frente (praça do Marquês – 2.2) e outro para a direita (Constituição – 2.1). Neste caso, um operador no ponto amarelo consegue contar os veículos pertencentes a este grupo.

Para o grupo semafórico 0, o mesmo operador pode contar os veículos que seguem para a esquerda (Praça Marquês – 0.3) e seguem em frente (Constituição – 0.2). O movimento que segue para a direita (Costa Cabral – 0.1) será contabilizado pelo observador localizado no ponto azul.

O grupo 1 será contabilizado o movimento que segue para a direita (Costa Cabral – 1.1) e em frente (Constituição – 1.2) pelo observador no ponto azul e os veículos que vão para a esquerda (Praça Marquês – 1.3) serão contabilizados pelo operador do ponto amarelo.

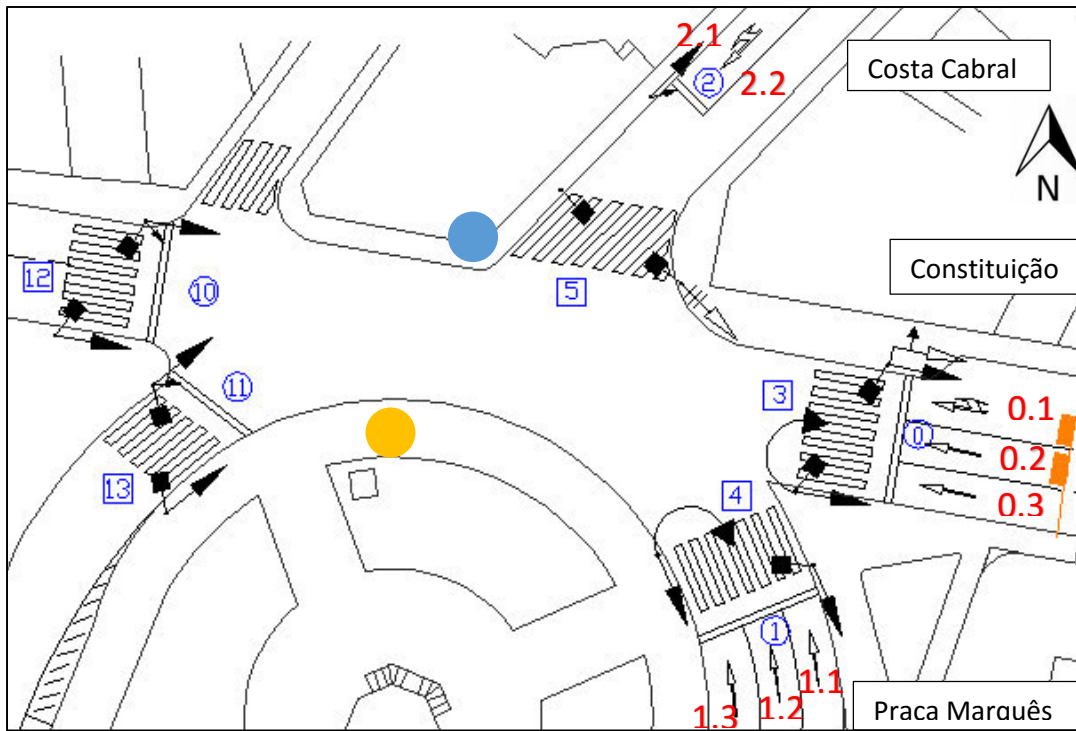


Figura 4.14 – Esquema da interseção Constituição/Marquês

4.4.1.2 Interseção Constituição/Visconde Setúbal (CMP_127/ CC_153)

Esta interseção tem dois ramos de entrada, a rua da Constituição que sofre um estrangulamento onde o número de vias é reduzido para duas e a rua Visconde Setúbal, que é de sentido único com uma faixa de rodagem de uma via, que junto à interseção aumenta para duas, para facilitar a entrada. Neste caso só existem duas correntes de tráfego, cada uma proveniente das ruas Constituição e Visconde Setúbal.

O diagrama de fases para esta interseção está representado na seguinte figura.

Grupo Semafórico	Tempo de cada fase (segundos)					
	6	70	25	3	3	
7				19	3	3
8				19		
9	70	25				

Figura 4.15 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Visconde Setúbal

A interseção é semi-atuada porque apenas a via secundária (rua Visconde Setúbal) possui detetores para conhecer o tamanho da procura. Quando a fila atinge determinado comprimento é dada passagem a esta corrente.

Para esta interseção é mais simples a resolução do problema no posicionamento do operador, onde este deve estar no ponto verde e contar a corrente de tráfego do grupo 6 e a corrente de tráfego do grupo 7, uma vez que estas são servidas em fases diferentes do ciclo. Na Figura 4.16 encontra-se a configuração da interseção.

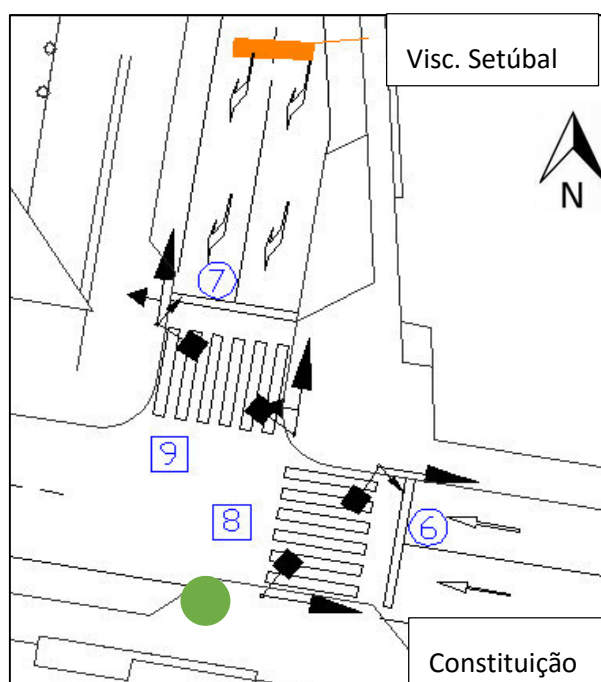


Figura 4.16 – Esquema da interseção Constituição/Visconde Setúbal

4.4.1.3 Interseção Constituição/Faria Guimarães (CMP_5/ CC_154)

Nesta interseção a rua da Constituição possui três vias de circulação, na entrada da interseção, dividindo a corrente de tráfego que pretende virar à direita da corrente que pretende seguir em frente. Depois da interseção a rua mantém as duas vias de circulação, Figura 4.18.

A rua Faria Guimarães possui uma via de circulação onde a corrente de tráfego pode virar à esquerda para a Constituição ou seguir em frente mantendo-se na mesma rua.

Neste caso a interseção é completamente atuada, sendo servida de detetores em todos os ramos de entrada.

O diagrama de fases encontra-se representado na Figura 4.17.

Grupo Semafórico	Tempo de cada fase (segundos)			
0	40	3	3	
1			26	3
2			26	
3	40			
4	40			

Figura 4.17 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Faria Guimarães

Para as contagens, um operador é suficiente, colocado no ponto laranja, podendo contar na fase de verde do grupo 0 os dois movimentos, viragem à direita (para a rua Faria Guimarães – 0.1) e movimento em frente (para a Constituição – 0.2). Para o grupo 1 no mesmo ponto é possível contar o movimento em frente (para a rua Faria Guimarães – 1.1) e a viragem à esquerda (para a Constituição – 1.2).

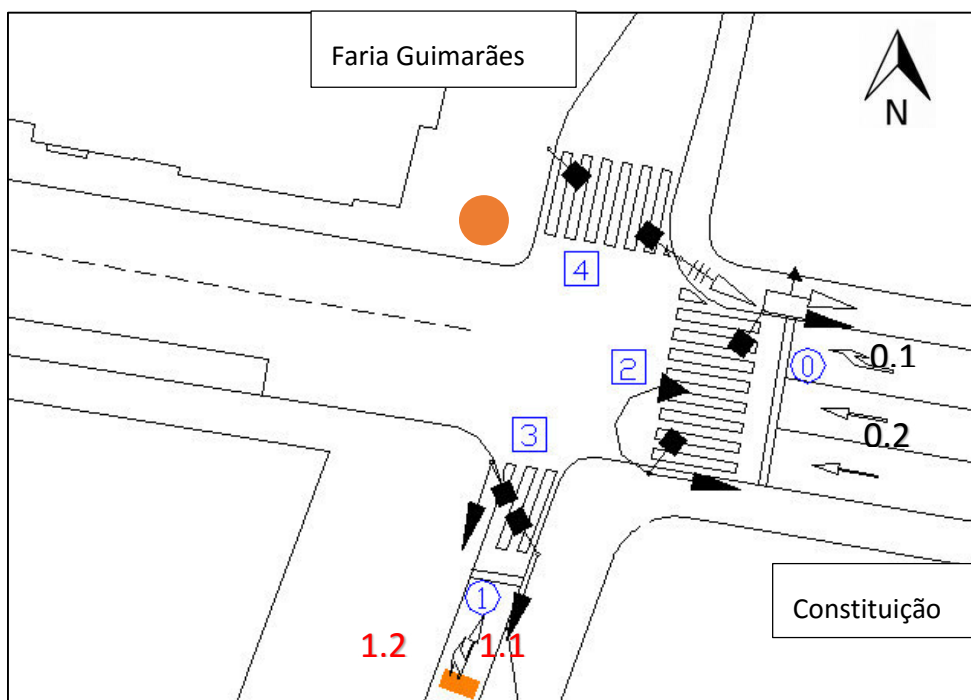


Figura 4.18 – Esquema da interseção Constituição/Faria Guimarães

4.4.1.4 Interseção Constituição/Zeca Afonso (CMP_112/ CC_155)

Neste cruzamento ocorre a interseção entre a rua da constituição, a rua Cantor Zeca Afonso e a rua S. Brás. A rua da constituição continua com duas vias de circulação em que os veículos têm a possibilidade de virar à esquerda para a rua S. Brás ou seguir em frente e continuar na rua da Constituição (duas correntes de tráfego), Figura 4.20.

Ambas as ruas, S. Brás e Cantor Zeca Afonso, têm o mesmo sentido, em que para a primeira existem duas vias que seguem em frente e, para a segunda existem três vias, onde a via mais à direita é destinada à corrente de tráfego que pretende virar à direita para a rua da Constituição.

Esta interseção é completamente atuada, existem detetores tanto na via principal (rua da Constituição) como na via secundária (rua Cantor Zeca Afonso). O diagrama de fases encontra-se representado na Figura 4.19.

Grupo Semafórico	Tempo de cada fase (segundos)				
0	80	5	3	3	
1					30 3 3
2					30
3	80	5			
4	80	5			

Figura 4.19 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Zeca Afonso

Nesta interseção a contagem é assegurada por um observador posicionado no ponto vermelho que para a fase de verde do grupo 0, tem para contar duas correntes de tráfego, em frente (para a Constituição – 0.1) e para a esquerda (para a rua S. Brás – 0.2). Na fase de verde para o grupo 1 o mesmo observador no mesmo ponto consegue contar as duas correntes de tráfego provenientes da rua Zeca Afonso, em frente (para a rua S. Brás – 1.2) e para a direita (para a rua Constituição – 1.1).

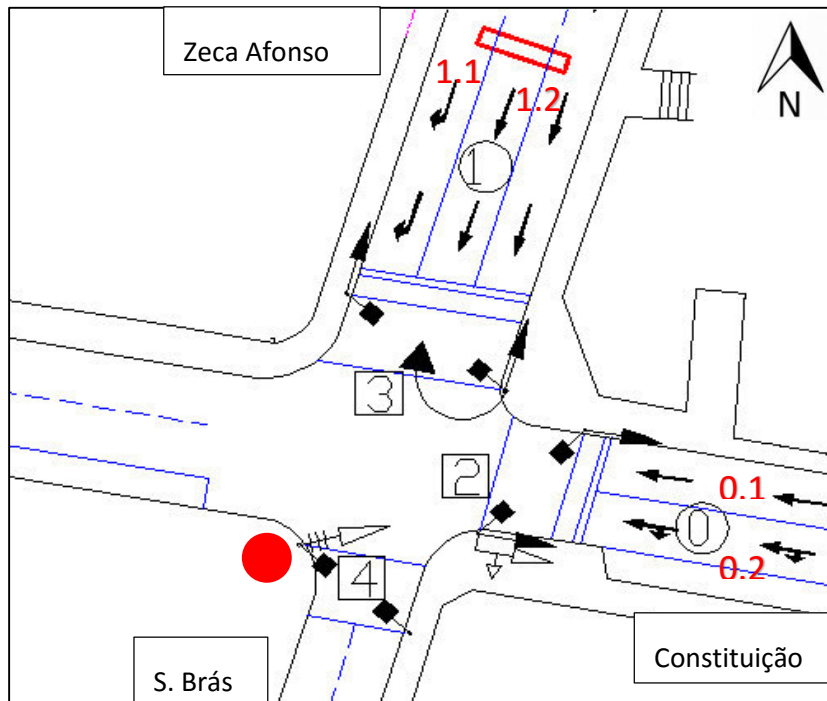


Figura 4.20 – Esquema da interseção Constituição/Zeca Afonso

4.4.1.5 Interseção Constituição/Antero Quental (CMP_112/ CC_156)

Por fim, a interseção da Constituição com Antero Quental, com 3 ramos de entrada, um pela rua da Constituição e os outros pertencentes à rua de Antero de Quental. Como no caso anterior, este cruzamento também é completamente atuado.

A rua de Constituição com um sentido, na aproximação ao cruzamento passa para 3 vias em que a via à esquerda está destinada para o movimento de viragem à esquerda e as restantes vias para o movimento em frente. Na via mais à direita também é possível virar à direita.

A rua Antero de Quental tem dois sentidos e duas vias, uma para cada sentido na zona norte do cruzamento. Na zona sul a rua apresenta três vias em que a via mais à direita serve a corrente que pretende seguir em frente e a via do meio para a corrente que pretende virar à esquerda, como se mostra na Figura 4.22.

Como esta interseção é um pouco mais complexa, pois tem mais movimentos, serão necessários dois observadores. O diagrama de fases para a interseção encontra-se representado na Figura 4.21.

Grupo Semafórico	Tempo de cada fase (segundos)							
	0	38	5	3	3			
1					42	6	3	3
2					42	6	3	3
3					42			
4	38	5						
5	38	5						

Figura 4.21 – Diagrama de fases, interseção Constituição/Antero Quental

Para o grupo 0, na fase de verde, o movimento à direita (para a R. Antero Quental – 0.1) e em frente (para a Constituição – 0.2), serão contabilizados pelo operador situado no ponto roxo, a contagem do movimento de viragem à esquerda (para a R. Antero Quental – 0.3) será assegurado pelo operador situado no ponto castanho.

Na fase de verde que engloba o grupo 1 e 2, para os movimentos do grupo 1 em frente (para Antero Quental – 1.2) e de viragem à direita (para a Constituição – 1.1), será assegurada a contagem pelo observador do ponto castanho, enquanto que os movimentos do grupo 2 em frente (para Antero Quental – 2.1) e de viragem à esquerda (para a Constituição – 2.2) serão contabilizados pelo observador do ponto roxo. Este último grupo ainda terá uma fase extra que prolonga o seu tempo de verde, uma vez que possui um movimento de viragem à esquerda que tem oposição.

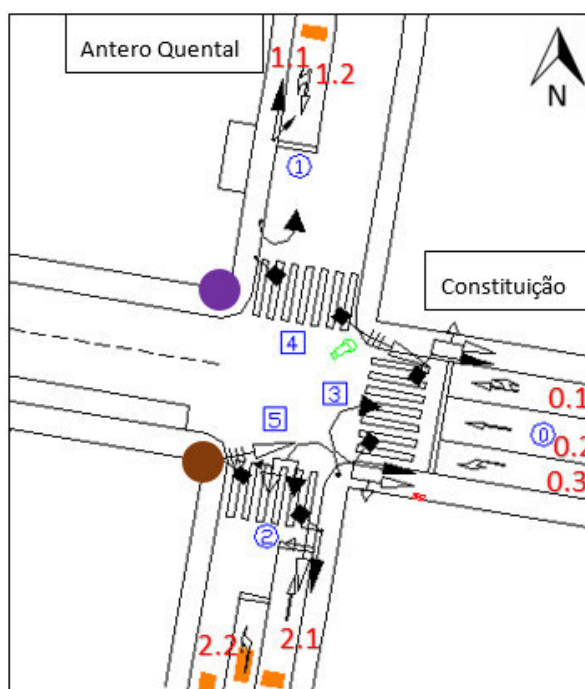


Figura 4.22 – Esquema da Interseção Constituição/Antero Quental


No Quadro 4.1 é apresentado um resumo dos observadores e movimentos associados a cada um, para a realização das contagens de tráfego nos cruzamentos em estudo.

Quadro 4.1 – Resumo dos movimentos contabilizados por cada observador

Cruzamento Centralizado	Observador	Movimentos		
		Fase A	Fase B	Fase C
152	Amarelo	2.1	0.2	1.3
		2.2	0.3	-
	Azul	-	0.1	1.1
		-	-	1.2
153	Verde	6	7	-
154	Laranja	0.1	1.1	-
		0.2	1.2	-
155	Vermelho	0.1	1.1	-
		0.2	1.2	-
156	Roxo	0.1	2.1	2.1
		0.2	2.2	2.2
	Castanho	0.3	1.1	-
		-	1.2	-
Total	7 Observadores			

4.4.2 Aplicação método do observador móvel

Para este método, além do condutor, é necessário um observador a contabilizar os veículos que ultrapassam e são ultrapassados, assim como o tempo total do percurso. Na Figura 4.23 é apresentado o impresso usado para as medições.

Estudo da Zona _____ <p style="text-align: center;">Método do veículo-teste</p> Motorista: _____ Operador: _____	
--	---

Data: _____

Hora: _____

Velocidade Lenta:

troço	Corrida	1			2			3			4			5			6		
	extensão (m)	nf	ns	tw	nf	ns	tw	nf	ns	tw	nf	ns	tw	nf	ns	tw	nf	ns	tw
0→1																			
1→2																			
2→3																			
3→4																			
4→5																			
5→6																			
6→7																			
7→8																			
8→9																			
9→0																			

Figura 4.23 – Impresso para método do observador móvel

4.4.2.1 Percurso a analisar

Para aplicação deste método na zona da constituição é definido um percurso que percorre a zona, tanto as interseções alvo de contagens bem como a rua Damião de Góis, que atravessa a zona no sentido contrário à rua da Constituição. Assim é possível comparar os dados obtidos, débito (procura), em ambos os métodos.

O percurso, definido pela rua da constituição e rua Damião de Gois, começa no ponto 0 e termina no mesmo ponto, Figura 4.24.

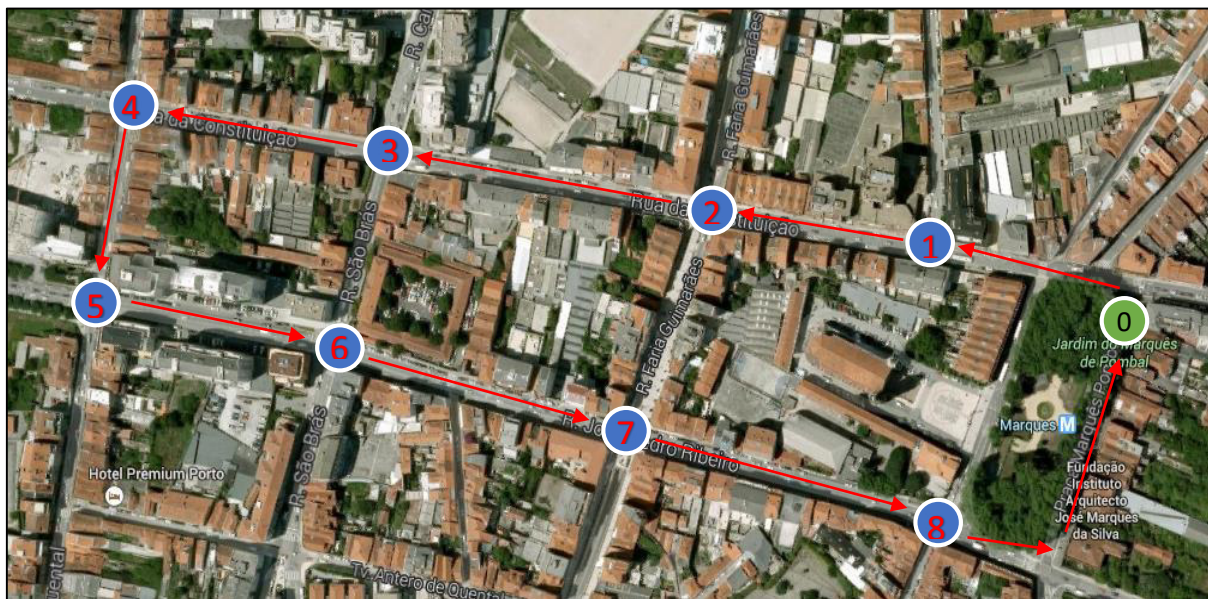


Figura 4.24 – Percurso para o método do observador móvel

No Quadro 4.2 apresenta-se a que interseção corresponde cada ponto.

Quadro 4.2 – Interseções pertencentes ao percurso definido

Percurso	
Ponto	Interseção
0	Marquês/Constituição
1	Constituição/ Visconde Setúbal
2	Constituição/ Faria Guimarães
3	Constituição/ Zeca Afonso
4	Constituição/ Antero Quental
5	Antero Quental/ Damião de Góis
6	Damião de Góis/ S. Brás
7	João Pedro Ribeiro/ Faria Guimarães
8	João Pedro Ribeiro/ Marquês
0	Marquês/Constituição

4.4.3 Método do observador móvel II

Este método consiste na avaliação das condições gerais de escoamento do tráfego, através de indicadores que refletem o modo como os utilizadores avaliam a circulação de uma determinada via, usando um veículo-teste que se incorporará na corrente de tráfego em estudo.

Os indicadores medidos serão: o tempo de percurso (T), tempo de paragem (t), extensão do troço (L) que por sua vez resultará a velocidade média de percurso e o atraso.


O tempo de percurso contempla o tempo necessário para a travessia do troço ou segmento de estrada definido, enquanto que a velocidade não será mais do que o quociente entre a extensão do troço e o tempo de percurso para esse troço.

Para distinguir quando o escoamento se dá de forma fluída mas com dificuldades de circulação devido à geometria da via, da situação em que o tráfego não circula devido a sinalização semafórica, acidente, saturação da via entre outras, o indicador usado será o tempo de paragem, ou seja, o tempo que o veículo-teste estará parado no decorrer do troço em estudo bem como o motivo deste. Considera-se que o veículo se encontra parado quando a sua velocidade instantânea é inferior a 5 km/h.

O atraso será resultado da diferença entre o tempo de percurso medido com o sistema SIGA ligado e desligado acompanhado da proporção de tempo parado para se perceber se o atraso acontece devido a uma velocidade baixa de circulação provocada pela saturação da via (elevada concentração de veículos) ou por geometria difícil da via.

As medições serão realizadas por troços, definidos no método anterior, Figura 4.24, tendo como pontos de referência a passagem pela linha de paragem que acompanha os sinais luminosos em cada ponto do percurso.

Este método, para além do condutor, necessita de dois operadores para contabilizar o tempo de percurso e o tempo de paragem.

Estudo de tráfego da zona _____ Condutor: _____ Operador I: _____ Operador II: _____ Estado metereológico: _____ Data: _____	
--	---

Troço	Extensão m	Corrida: _____ Início (horas): _____			Corrida: _____ Início (horas): _____		
		t. percurso	t. paragem	motivo	t. percurso	t. paragem	motivo
0→1							
1→2							
2→3							
3→4							
4→5							
5→6							
6→7							
7→8							
8→0							

Figura 4.25 – Impresso método do observador móvel II

4.5 MÉTODO AUSTRALIANO

Esta técnica tem como objetivo determinar o débito de saturação para cálculo do nível de serviço. É uma técnica simples mas que exige a disponibilidade de recursos humanos e uma pequena formação para que os operadores conheçam as tarefas que têm de desempenhar.

Para esta técnica as variáveis a medir, para cada corrente de tráfego, são:

- Tempo de verde (G) para cada ciclo;
- Tempo e verde saturado (g_s), ou seja o tempo de verde usado até a travessia do último veículo pertencente à fila de espera;
- Número de veículos que passa na secção nos períodos inicial, intermédio e final, de acordo com as seguintes categorias: ligeiros, pesados e autocarros (serão apenas contados os que passaram mas que pertenciam à fila de espera).

Como os grupos 0 e 1 possuem três correntes de tráfego cada, são necessários um operador para cada corrente na função de contagem e outro operador para cada grupo semafórico, para poder contabilizar os tempo e períodos para cada ciclo, num total de oito pessoas, quatro para cada posto, amarelo e azul claro. Seguindo este raciocínio, o grupo 2 precisaria de três pessoas no posto azul-escuro.

Na Figura 4.27 está representada a interseção e os respectivos postos.

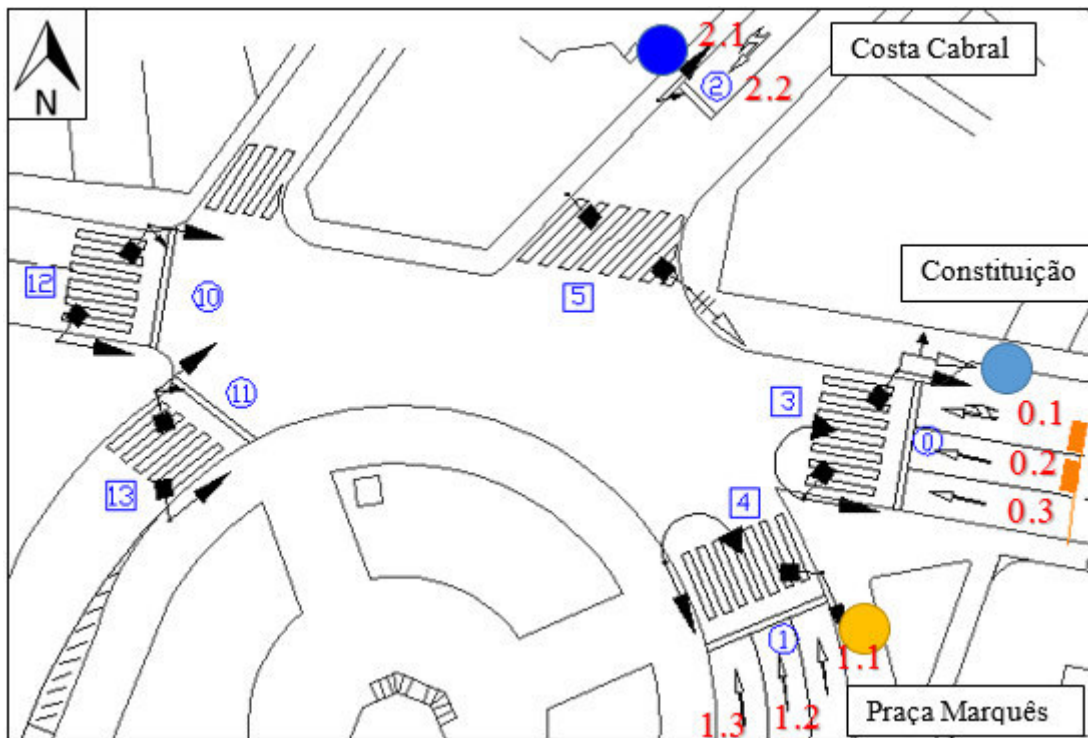


Figura 4.27 – Esquema da interseção Constituição/Marquês

4.5.2 Interseção Constituição/Visconde Setúbal (CMP_127/ CC_153)

Como esta interseção é mais simples, possuindo apenas duas correntes de tráfego, o número de operadores também é substancialmente inferior, sendo para cada corrente de tráfego necessárias duas pessoas. Para o grupo semafórico 6 são necessários dois operadores no posto verde, um a cronometrar e outro a contabilizar veículos. Para o grupo semafórico 7 será exatamente igual, mas localizados no posto rosa, Figura 4.28.

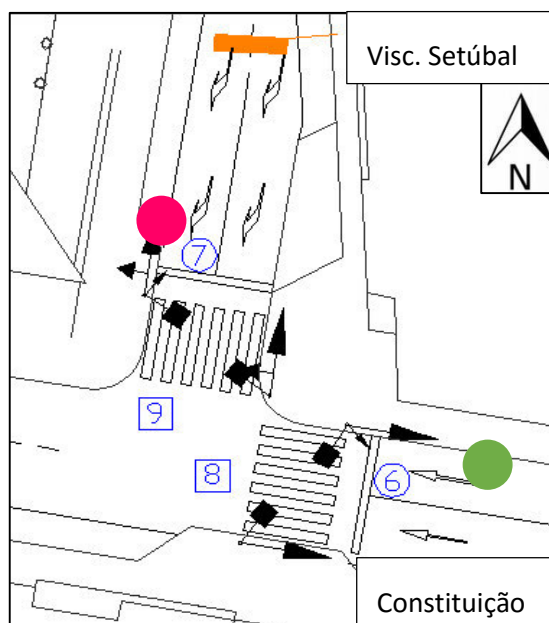


Figura 4.28 – Esquema da interseção Constituição/Visconde Setúbal

4.5.3 Interseção Constituição/Faria Guimarães (CMP_5/ CC_154)

Na interseção Constituição/Faria Guimarães existem quatro correntes de tráfego, logo serão necessários seis operadores.

No posto laranja estarão 3 operadores, um a cronometrar a fase de verde, e os restantes dois a contabilizar a corrente de tráfego que realiza a viragem à direita, para a rua Faria Guimarães (0.1) e o outro a contabilizar a corrente que segue em frente na constituição (0.2).

No posto preto o raciocínio é o mesmo, onde um operador faz a cronometragem do tempo e os restantes contabilizam as correntes de tráfego, viragem à esquerda (rua da Constituição – 1.2) e em frente (rua Faria Guimarães – 1.1).

O esquema encontram-se representado na Figura 4.29.

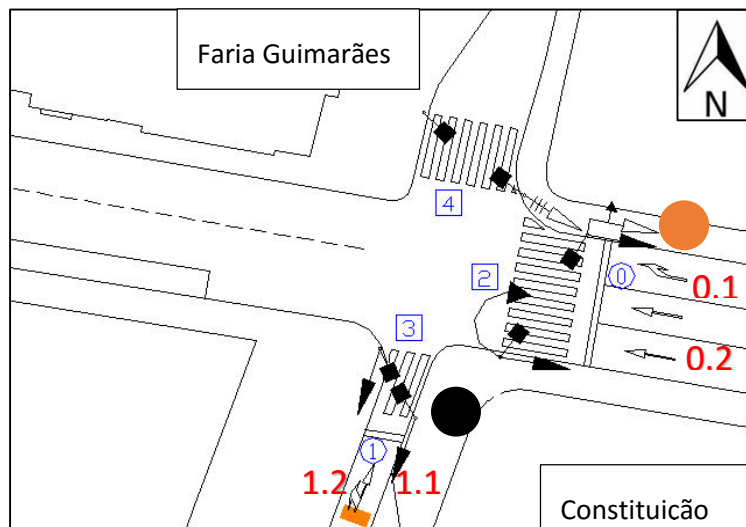


Figura 4.29 – Esquema da interseção Constituição/Faria Guimarães

4.5.4 Interseção Constituição/Zeca Afonso (CMP_112/ CC_155)

Esta interseção em termos de dimensionamento de recursos humanos é bastante similar à apresentada anteriormente, uma vez que tem a mesma quantidade de correntes de tráfego, ou seja, são necessários seis operadores.

No posto vermelho mobilizam-se três operadores, um para cronometrar e dois para contar os veículos das correntes de tráfego de viragens à esquerda e em frente. O mesmo acontece para o posto branco, sendo neste caso uma corrente em frente e outra de viragem à direita, Figura 4.30.

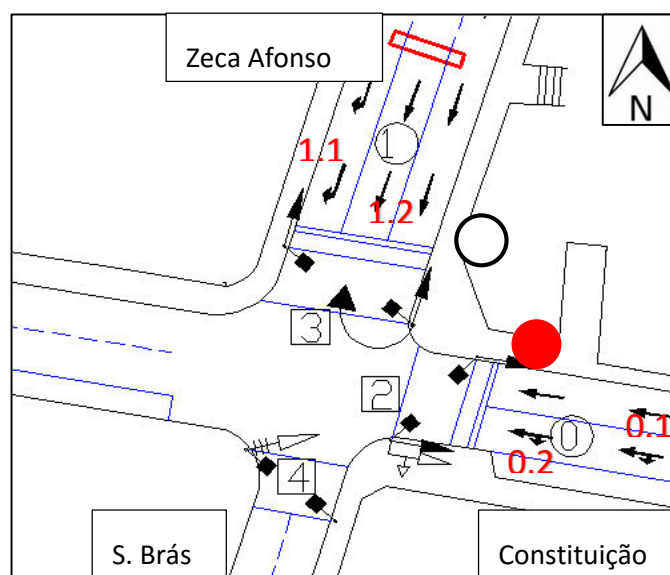


Figura 4.30 – Esquema da interseção Constituição/Zeca Afonso

4.5.5 Interseção Constituição/Antero Quental (CMP_112/ CC_156)

A interseção Constituição/Antero Quental tem três ramos de entrada, com sete correntes de tráfego, exigindo uma maior mobilização de recursos.

Para o posto roxo, associado a três correntes de tráfego necessitará de quatro operadores, uma para controlar o tempo, outro para a viragem à esquerda (rua Antero Quental – 0.3), um operador para a corrente que segue em frente e outro para a corrente de tráfego que vira à direita.

Nos postos cinza e castanho, o número de operadores é três uma vez que cada posto assegura a contagem de duas correntes de tráfego. As funções são as mesmas que apresentadas anteriormente, um cronometra o tempo e os outros contabilizam a respetiva corrente de tráfego, Figura 4.31.

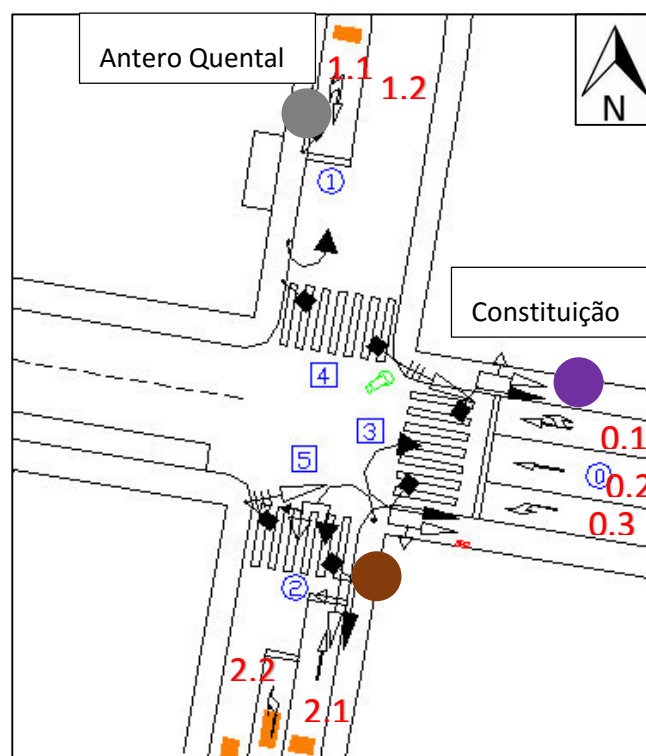


Figura 4.31 – Esquema da interseção Constituição/Antero Quental

No Quadro 4.3 é apresentado um resumo dos operadores associados a cada interseção.

Quadro 4.3 – Distribuição pelos postos dos recursos humanos nas interseções

Interseção	Posto	Função		Corrente de tráfego
		Cronometragem	Contagem	
Constituição/Marquês	Azul-escuro	1	1	2.1/2.2
	Azul claro	1	3	0.1/0.2/0.3
	Amarelo	1	3	1.3/1.2/1.1
Constituição/Visc. Setúbal	Rosa	1	1	7
	Verde	1	1	6
Constituição/Faria Guimarães	Laranja	1	2	0.1/0.2
	Preto	1	2	1.2/1.1
Constituição/Zeca Afonso	Vermelho	1	2	0.1/0.2
	Branco	1	2	1.1/1.2
Constituição/Antero Quental	Roxo	1	3	0.1/0.2/0.3
	Cinzento	1	2	1.1/1.2
	Castanho	1	2	2.1/2.2
	Total	12	24	

Como é possível perceber o número de operadores é bastante elevado, sem existir qualquer hipótese de mobilizar tais recursos o estudo das interseções será faseado, ou seja, será estudada uma interseção de cada vez, com grupos mais pequenos, às terças, quartas e quintas, assumindo que a procura é idêntica nesses dias, no entanto não é grosseiro assumir esse erro.

4.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA MEDIÇÃO DO DÉBITO DE SATURAÇÃO

Este método tem como objetivo determinar o débito de saturação, recorrendo ao tempo medido entre o quarto e o último veículo e cada fila de espera. Para tal são necessários dois observadores por cada movimento, sendo a disposição igual à da aplicação do método australiano.

Para este caso apenas será medido o débito de saturação para a via sem ter em linha de conta o destino dos veículos mas sim como eles partem. Depois de conhecido o débito por via, para cada

movimento/corrente, será multiplicado, se se verificar, o débito pelo número de vias. Sendo assim reduzir-se-á bastante os recursos humanos e simplificar-se-á o processo.

Na interseção Constituição/Marquês, serão colocados três postos, onde em cada um deles se encontram dois observadores, um a cronometrar e outro a apontar tempos e a verificar o comprimento das filas. No posto amarelo e azul-claro será considerada a via do meio que tem mais procura.

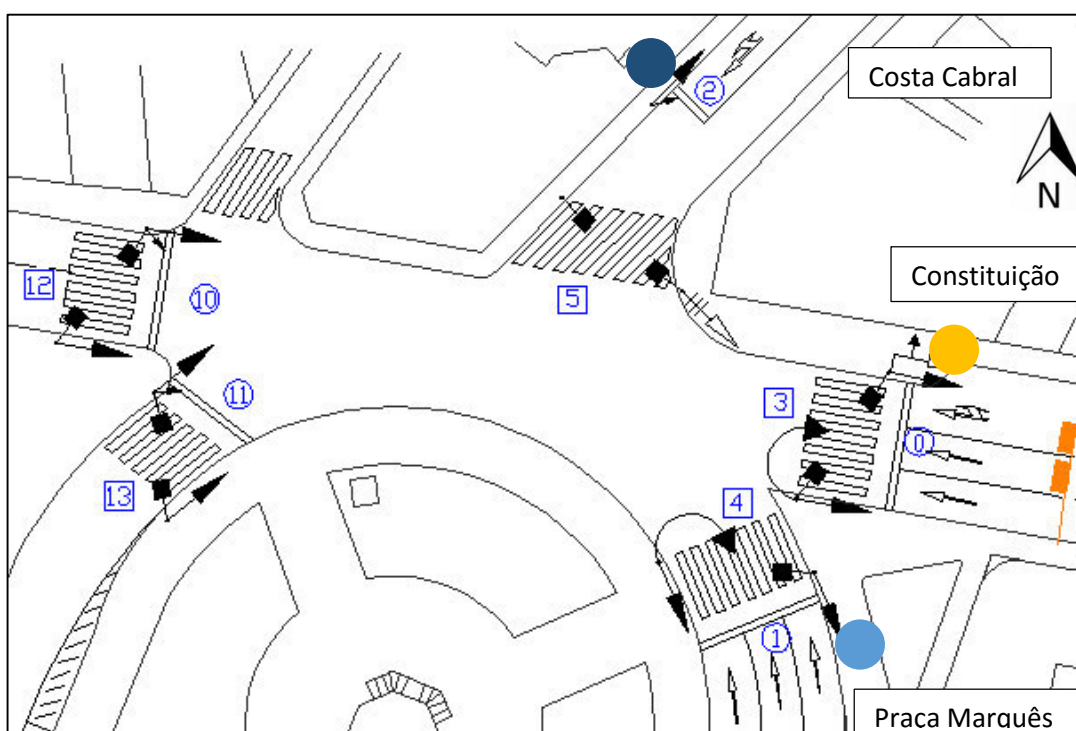


Figura 4.32 – Postos na interseção Marquês/Constituição

Na interseção Constituição/Visconde Setúbal serão montados dois postos, rosa e verde, em que o posto rosa contabiliza a fila proveniente da rua Visconde Setúbal e o posto verde a fila da esquerda da rua da Constituição.

Na interseção Constituição/Zeca Afonso as vias consideradas são: na rua Antero Quental a via mais à esquerda pelo posto branco, e na rua da Constituição a via mais à direita, pois são as vias com mais procura.

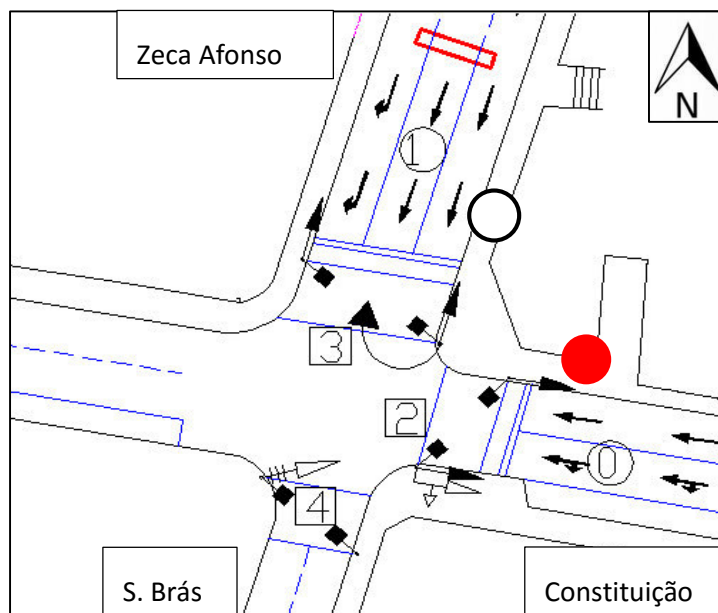


Figura 4.35 – Postos na interseção Constituição/Zeca Afonso

Na interseção Constituição/Antero Quental serão colocados três postos para contagem. O posto roxo fica encarregue de contabilizar a via do meio, o posto castanho a via mais à direita e o posto cinzento a via á esquerda. Estas são as vias com maior procura nesta interseção logo serão as vias alvo de contagem.

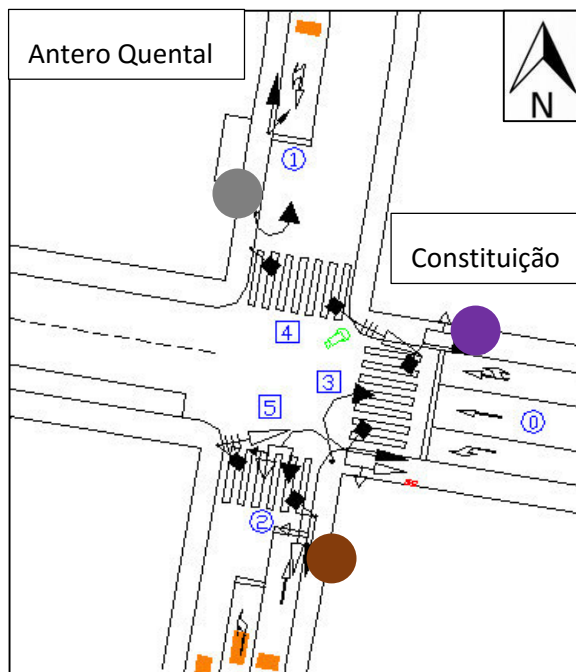


Figura 4.36 – Postos na interseção Constituição/Antero Quental

No quadro seguinte encontra-se um resumo dos postos por interseção e o número de observadores necessários.

Quadro 4.4 – Resumo de recursos humanos para medição do débito de saturação


Interseção	Posto	Observador	Cronometrista
Constituição/Marquês	Azul-Escuro	1	1
	Amarelo	1	1
	Azul-Claro	1	1
Constituição/Visconde Setúbal	Rosa	1	1
	Verde	1	1
Constituição/Faria Guimarães	Laranja	1	1
	Preto	1	1
Constituição/Zeca Afonso	Branco	1	1
	Vermelho	1	1
Constituição/Antero Quental	Cinza	1	1
	Roxo	1	1
	Castanho	1	1
	Total	12	12

4.7 APLICAÇÃO DO MÉTODO MEDIÇÃO DO ATRASO MÉDIO POR VEÍCULO

Para aplicação deste método são necessárias executar duas tarefas para cada grupo semafórico: contagem do volume de tráfego e contagem do número de veículos parados em intervalos de 20 segundos.

O volume de tráfego deve ser determinado para a hora em que decorre a medição do atraso, para cada grupo semafórico (entrada na interseção) onde são contabilizados os veículos que intersejam a linha de paragem correspondente. Neste caso já foi determinada a procura em intervalos de 15 minutos para a zona em estudo. Essas contagens já permitem determinar o volume de tráfego para cada grupo semafórico no período de tempo em que se pretende determinar o atraso.

A contagem de veículos parados será realizada por grupo semafórico, em que de 20 em 20 segundos contam-se os veículos que se encontram parados, apontando no impresso apresentado na Figura 4.37. A medição decorrerá nas horas de ponta da manhã, entra as 8:00 e 9:30, e da tarde, entra as 17:45 e 19:00.

Interseção:		
Posto:		
Atraso médio por veículo		
Grupo semafórico:		
Data:		Operador:

Horas	Segundos						Horas	Segundos					
	0-20		20-40		40-60			0-20		20-40		40-60	
	Lig.	Pes.	Lig.	Pes.	Lig.	Pes.		Lig.	Pes.	Lig.	Pes.	Lig.	Pes.
08:30							09:00						
08:31							09:01						
08:32							09:02						
08:33							09:03						
08:34							09:04						
08:35							09:05						
08:36							09:06						
08:37							09:07						
08:38							09:08						
08:39							09:09						
08:40							09:10						

Figura 4.37 – Impresso para determinação do atraso

Nas figuras que se seguem encontram-se a localização dos postos para cada interseção. A principal vantagem, para este método é o menor número de observadores e a simplicidade do método que permite obter de forma rápida o nível de serviço associado à faixa de rodagem.

O Quadro 4.5 resume os recursos necessários associados a cada interseção.

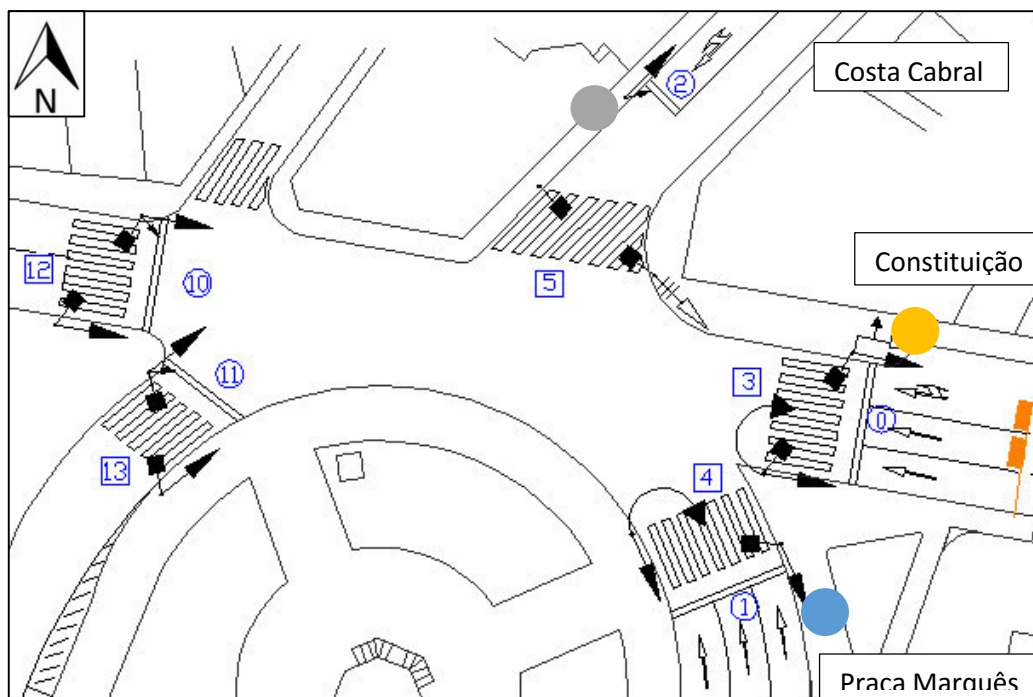


Figura 4.38 – Interseção Constituição/Marquês, postos de contagem

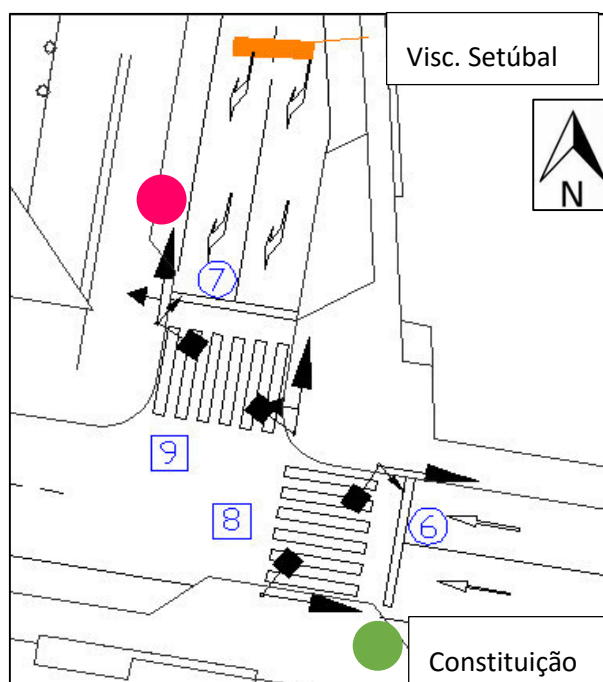


Figura 4.39 – Interseção Constituição/Visconde Setúbal, postos de contagem

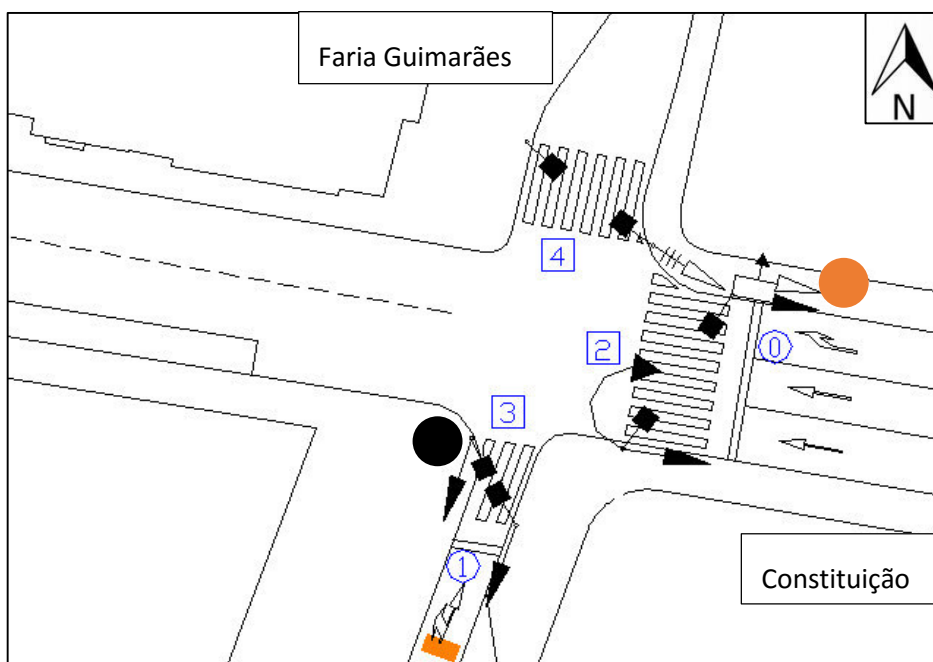


Figura 4.40 – Interseção Constituição/Faria Guimarães, postos de contagem

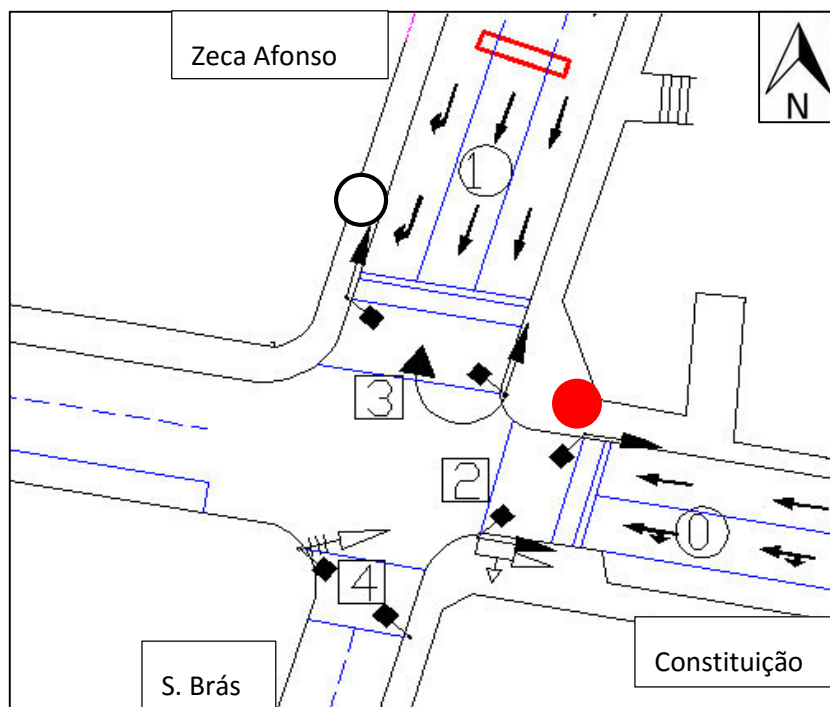


Figura 4.41 – Interseção Constituição/Zeca Afonso, postos de contagem

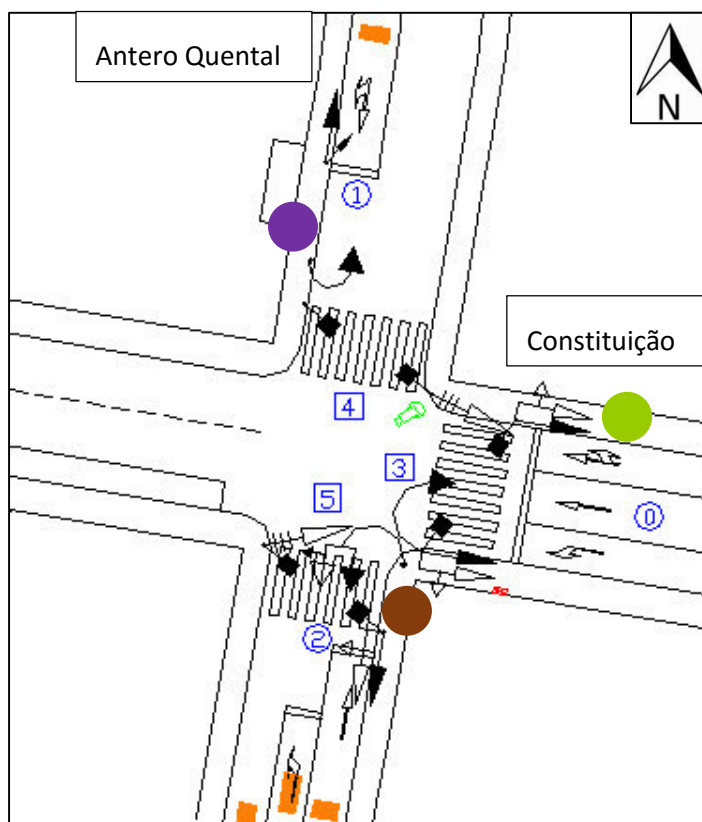


Figura 4.42 – Interseção Constituição/Antero Quental, postos de contagem

Quadro 4.5 – Recursos humanos, medição do atraso médio por veículo

Interseção	Posto	Grupo semafórico	Observadores
Constituição/Marquês	Cinzento	2	3
	Azul	1	
	Amarelo	0	
Constituição/Visconde Setúbal	Verde	6	2
	Rosa	7	
Constituição/Faria Guimarães	Laranja	0	2
	Preto	1	
Constituição/Zeca Afonso	Vermelho	0	2
	Branco	1	
Constituição/Antero Quental	Verde	0	3
	Roxo	1	
	Castanho	2	
		Total	12

5 RESULTADOS

Neste ponto apresentam-se os resultados obtidos utilizando as metodologias descritas no ponto 4, com conclusões relacionadas com a precisão dos métodos, dificuldades sentidas e limitações.

5.1 CONTAGENS DE TRÁFEGO

5.1.1 Contagens nos dias 5, 10 e 11 de Março

As primeiras contagens, para definição da procura para cada corrente de tráfego em cada interseção da rua Constituição, foram realizadas em três dias diferentes mas com procura semelhante.

Face a este problema, as correntes que não foram contabilizadas no primeiro dia, 5 de Março (quinta-feira), foram contadas no dia 10 (terça-feira) e 11 (quarta-feira) de Março. A saber, no dia 10, a corrente 0.1 do posto azul claro na parte da manhã e no dia 11 de Março, da parte da tarde, as interseções Constituição/Visconde Setúbal e Constituição/Faria Guimarães.

O erro associado ao facto de se usarem dias diferentes é desprezável, uma vez que os períodos do dia foram os mesmos e não existiram eventos que suscitasse diferenças na procura, entre os dias 5, 10 e 11.

De seguida apresenta-se na Figura 5.1 e Figura 5.2, um gráfico de barras com a procura verificada em cada entrada de interseção, identificada pelo nome da rua associada. No gráfico é possível visualizar o volume e débito de tráfego, bem como a sua diferença.

Em anexo, entre as páginas 112 e 136, encontram-se os impressos com os resultados obtidos por posto e corrente de tráfego, quer na hora de ponta da manhã quer a hora de ponta da tarde.

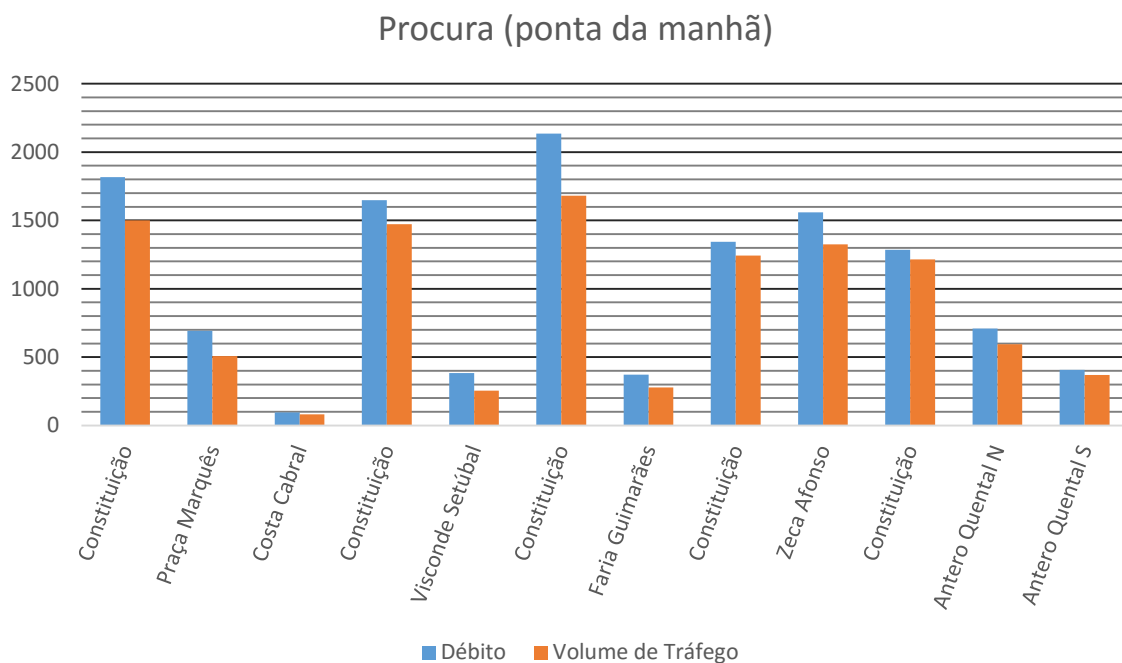


Figura 5.1 – Procura na hora de ponta da manhã na zona Constituição

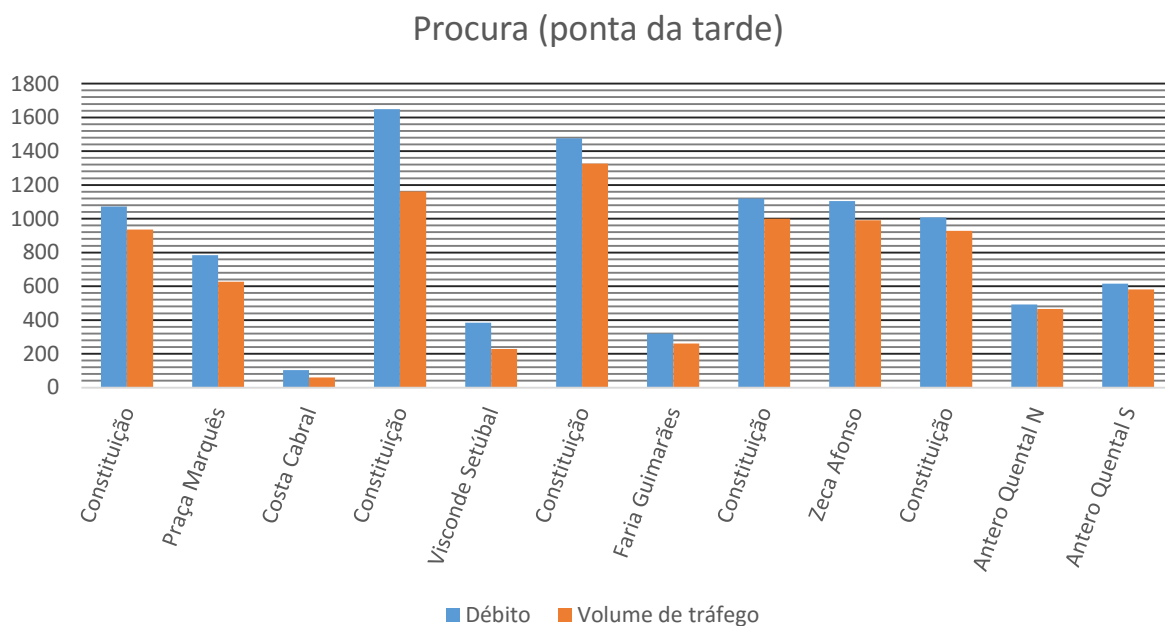


Figura 5.2 – Procura na hora de ponta da tarde na zona Constituição

5.2 MÉTODO DO OBSERVADOR MÓVEL

Neste caso foram realizadas duas medições para perceber se o método é fiável ou não à situação em questão, uma vez que o método é mais aconselhável para estradas com dois sentidos.

Para tal realizaram-se medições nos dias 12 e 17 de Março. No dia 12 (quinta) as medições realizaram-se na hora de ponta da tarde e no dia 17 (terça) na hora de ponta da manhã.

No Quadro 5.1 e Quadro 5.2 são apresentados os resultados para as medições bem como as dificuldades/ limitações sentidas que tornam os resultados inutilizáveis para esta situação.

Na primeira tentativa apenas se usaram duas pessoas, um condutor e um operador para contagens e cronometragem. Pelo quadro anexo (página 146), percebe-se que não foi possível apontar toda a informação necessária, ficando incompleto o preenchimento da tabela. No entanto, mesmo com menos corridas foi possível realizar que o método preconiza. Os resultados, apresentados na Quadro 5.1, dão a entender que o método não resultou, pois obtiveram-se resultados irreais, como na procura (q) e na velocidade espacial (U_s).

Quadro 5.1 – Resumo dos resultados obtidos no ensaio (12 de Março)

Troço		Extensão (m)	Valores médios						q (veic/s)	T (s)	Us (Km/h)
			Volta Lenta			Volta Rápida					
Início	Fim		nf	ns	tw	nf	ns	tw			
0	1	110	0,00	0,75	23,59	0,50	0,50	24,31	0,75	24,31	16,29
1	2	130	0,25	4,00	90,42	1,75	3,00	30,20	3,77	0,09	1444,44
2	3	200	1,25	1,50	103,54	1,00	0,50	67,92	0,24	91,66	2,18
3	4	160	0,50	1,50	76,07	3,00	2,00	86,74	1,09	81,40	1,97
4	5	100	1,00	0,00	36,74	0,00	0,50	31,59	0,90	33,31	3,00
5	6	160	0,25	0,75	45,23	1,50	2,25	75,33	0,48	14,99	10,67
6	7	190	0,50	0,00	35,63	0,25	1,00	68,63	0,52	48,83	3,89
7	8	200	0,50	0,00	41,86	0,00	2,25	31,13	0,29	39,91	5,01
8	9	80	0,25	0,25	27,71	0,00	1,00	28,55	1,20	27,71	2,89
9	0	140	3,75	3,25	73,90	1,50	2,25	18,00	0,49	51,54	2,72

Assumindo que estes resultados eram fruto da falta de corridas válidas e na falta de precisão do operador que realizava duas funções em simultâneo, contar e cronometrar, repetiu-se o procedimento mas com uma operador adicional, repartindo as funções de cronometragem e contagem. Neste caso, apresentado no quadro anexo (página 147), foi mais fácil retirar os dados em campo e sem grande dificuldade obter 12 corridas válidas no mesmo ensaio.

Depois deste ensaio, os resultados obtidos apresentados no Quadro 5.2 assemelham-se aos obtidos anteriormente, embora com “erros” diferentes. Neste caso, o período e procura apresentam valores elevados em certos troços e na coluna da velocidade mostram-se valores negativos.

Quadro 5.2 – Resumo dos resultados obtidos no ensaio (17 de Março)

Troço		Extensão (m)	Valores médios						q (veic/s)	T (s)	Us (Km/h)
			Volta Lenta			Volta Rápida					
Início	Fim		nf	ns	tw	nf	ns	tw			
0	1	110	0,17	2,33	47,86	0,20	1,00	28,94	2,21	17,86	22,17
1	2	130	2,00	1,00	51,80	0,20	0,40	39,11	-0,98	41,23	11,35
2	3	200	1,50	3,17	40,96	1,00	2,40	44,74	1,30	64,62	11,14
3	4	160	0,83	3,33	44,49	0,00	2,20	19,59	2,59	-163,01	-3,53
4	5	100	0,83	0,50	40,36	0,60	0,60	25,59	-0,33	25,59	14,07
5	6	160	0,17	3,83	43,19	0,40	7,40	34,90	4,51	52,30	11,01
6	7	190	0,33	1,67	48,50	0,00	1,00	20,67	1,37	-62,80	-10,89
7	8	200	0,33	6,00	72,47	0,20	0,00	34,63	5,66	35,92	20,05
8	0	220	0,17	2,00	89,37	0,00	2,00	51,97	1,89	500,79	1,58

Conclui-se que este método não é viável para esta zona devido às suas características ou seja, o facto de os troços serem de sentido único e com alterações na geometria das secções de estrada condicionam muito o método, uma vez que inserido na corrente de tráfego é difícil realizar conjuntos de corridas a velocidades diferentes para colmatar a condicionante relacionada com o número de sentidos da faixa. Outro problema que se verificou foi que em determinados troços não existia qualquer cruzamento com outros veículos em manobras de ultrapassagem o que resulta em procura igual a zero, quando no local observam-se veículos em movimento, mas que mantêm a sua posição na corrente, pois estão impedidos de ultrapassar.

Sendo assim, como referido no texto acima, observa-se que este método está mais direcionado para estradas fora da zona urbana, onde se verificam dois sentidos de corrente e pouca alteração na geometria da secção da faixa de rodagem.

5.3 MEDIÇÃO DO DÉBITO DE SATURAÇÃO (MÉTODO AUSTRALIANO)

Este método foi experimentado na interseção Constituição/Visconde Setúbal, para perceber as dificuldades que poderiam surgir no momento da sua aplicação.

Como não havia histórico de utilização deste método pela CMP, a interseção Constituição/Visconde Setúbal seria a escolha mais óbvia para começar, já que é das mais simples da zona em estudo e que exige menor quantidade de recursos humanos.

A medição foi realizada entre as 8:30 e as 9:30 do dia 19 de Março, onde se efetuaram as contagens para cerca de 30 ciclos (mínimo exigido pelo método) e posteriormente se realizaram os cálculos descritos no ponto 2.9.3. Em anexo (páginas 138 e 139), encontram-se os resultados obtidos tanto na recolha e dados como o valor de débito e de tempo perdido no arranque e tempo adicional de paragem.

Nos resultados apresentados, o tempo perdido de arranque resulta num valor negativo o que impede a progressão na sequência de cálculo para obtenção do nível de serviço.

Após análise das contagens percebeu-se que o número de veículos que atravessava a interseção no período inicial era muito elevado, para veículos que supostamente estariam a iniciar a marcha. Esse erro é justificado pelo facto de a corrente de tráfego ocupar mais do que uma via, sendo assim para futuras contagens será apenas considerado uma via para cada corrente, onde para correntes com mais do que uma via assume-se que a distribuição de veículos é idêntica. Outro erro encontrado foi de se considerar na amostra ciclos em que os veículos partiram da linha de paragem, após abertura do sinal de verde, munidos de uma certa velocidade, ou seja não começavam a partida nessa linha mas num local mais recuado onde se encontra uma passadeira para peões.

Uma sugestão seria fazer as contagens um pouco fora da hora de ponta para evitar estes erros e outros como o congestionamento das interseções, verificado quando se chega à hora de ponta, que pode influenciar de forma negativa os resultados das medições.

Sendo assim, nas tabelas seguintes serão apresentados, novas medições, ainda com o mesmo esquema, descrito no ponto 4.5, mas com maior cuidado na escolha de ciclos a contabilizar e considerando apenas uma via no caso de a corrente possuir mais que uma via.

No dia 16 de Abril (quinta-feira), repetiu-se o ensaio agora com mais atenção às filas de espera, não contabilizando os ciclos em que não se forme fila em frente à linha de paragem. O período de observação manteve-se o mesmo, uma vez que se pretende estudar as horas de ponta.

Os resultados obtidos no ensaio encontram-se em anexo nas páginas 140 a 143.

Nesta nova tentativa verificou-se à mesma o tempo perdido no arranque negativo, embora próximo de 0. Este erro deve-se à grande dificuldade que é determinar o final da fila de espera, uma vez que há situações em que existe uma distância entre veículos muito variável, o que provoca em alguns ciclos inconsistências, como por exemplo no período inicial de 10 segundos passarem 4 veículos e no período intermédio em 43 segundos passarem apenas 15 veículos, o que significa que no período intermédio a cadência é menor que no período inicial, sendo que o que deveria acontecer era o oposto.

Para tentar eliminar este erro retiraram-se ciclos em que isto acontecia, para a rua da Constituição, atingindo-se um tempo positivo ainda que baixo, de 0,7 segundos para 14 ciclos, isto torna o ensaio muito reduzido e pouco fiável na caracterização da corrente. Por outro lado, mesmo reduzindo o número de ciclos válidos para a outra rua, não se conseguiu obter valores positivos no tempo perdido no arranque.

Uma hipótese para se aplicar este método seria, utilizar num horário em que não existisse tanto congestionamento, por exemplo entre as 10 e as 11 horas, onde a circulação seria mais fluida possibilitando os veículos de entrarem no máximo débito de saturação, ou seja, na capacidade máxima da via, pois não haveria qualquer obstáculo que impedisse isso.

Com estes resultados partir-se-á para uma outra metodologia, descrita no ponto 4.6.

5.4 MEDIÇÃO DO ATRASO COM O SISTEMA SIGA ATIVO

Este ensaio tem como objetivo determinar o atraso, como descrito no ponto 4.6, através do quociente entre o tempo em que os veículos se encontram parados e o volume de tráfego que ocorre no período de tempo observado.

No seguimento do planeamento feito para aplicar este método, realizaram-se medições no dia 23 de Abril (quinta-feira), nas interseções: Constituição/Marquês e Constituição/Visconde Setúbal. Para observar estas interseções, foram necessários cinco observadores como apresentado no Quadro 4.5.

Não se verificaram problemas relevantes no momento das medições, apenas alguma confusão na coordenação da contagem de veículos parados com o intervalo de tempo exigido, que foi facilmente ultrapassado com a prática. No entanto, nos períodos em que se se verificaram dificuldades não se considerou o primeiro período de tempo, 8:30 às 8:45. Noutra situação não se consideraram os períodos das 8:45 às 9:00 e das 9:15 às 9:30 devido a defeito em equipamentos. A única consequência que daí advém é a redução dos intervalos observados, mas não prejudicando a determinação do atraso, uma vez que a procura já se encontrava definida para todos os intervalos de 15 minutos.

Após a aplicação dos cálculos para determinar o atraso, obtiveram-se os seguintes níveis de serviço, apresentados no quadro e figuras seguintes.

Quadro 5.3 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico

Interseção	Grupo Semafórico	Atraso (s)	Nível de Serviço
Constituição/Marquês	0	21	C
	1	36	D
	2	53	D
Constituição/Visconde Setúbal	6	19	B
	7	75	E

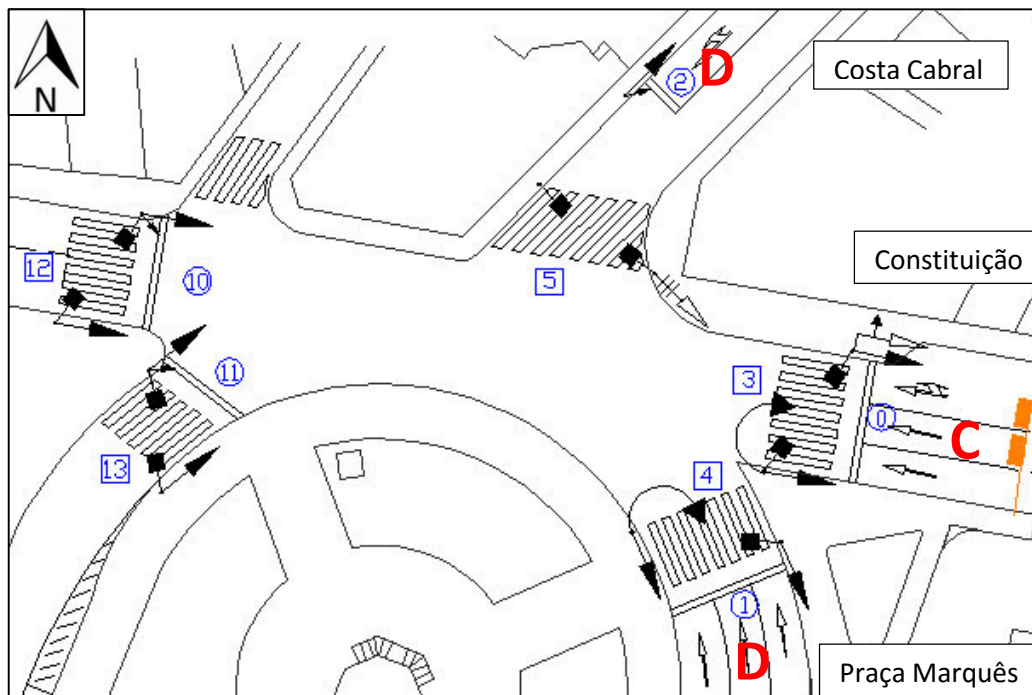


Figura 5.3 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Marquês

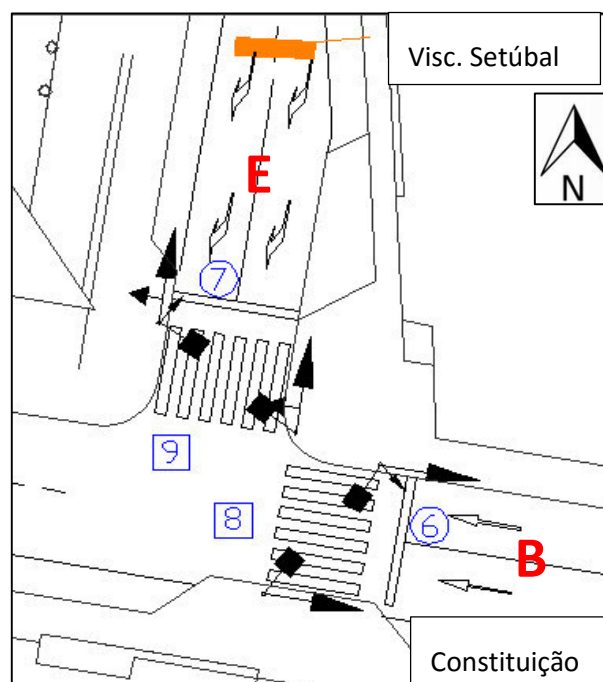


Figura 5.4 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Visconde Setúbal

Perante estes resultados percebe-se que a rua da Constituição é a que sofre menos atraso, na ordem dos 20 segundos, o que tem lógica, uma vez que é uma rua muito importante para a circulação viária,

no Porto. Sendo assim o SIGA favorece a passagem aos veículos que circulam na rua da Constituição em relação às restantes ruas que a cruzam que estão numa posição hierárquica mais baixa.

O nível de serviço das ruas secundárias é um pouco mais baixo do que o pretendido circulação urbana, entre *C* e *D*. Na rua da Praça do Marquês o atraso não é muito elevado, 36 segundos, encontra-se na fronteira com o nível de serviço *C*. Em contrapartida as ruas Visconde Setúbal e Costa Cabral, que não são muito procuradas, têm um atraso médio por veículo muito elevado, 73 e 52 segundos respetivamente. Embora não sejam ruas com muita procura, comparando com a Constituição, e com filas de espera pequenas (cerca de 10 veículos) o tempo que estes aguardam para abertura de verde é muito elevado, daí o atraso apresentar esta ordem de valores.

Da parte da tarde foram realizadas contagens apenas na interseção Constituição/Visconde Setúbal.

Neste caso obtiveram-se os mesmos níveis de serviço, *B* para a rua da constituição e *E* para a rua Visconde Setúbal (Figura 5.4), com uma ligeira mudança nos valores do atraso que diminuiram para 12 e 60 segundos respetivamente. Esta diferença deve-se sobretudo ao período medido, entre as 18:00 e as 19:00, que se encontra desviado da hora de ponta, 17:45 e 18:45. Os últimos 15 minutos acabam por diminuir o atraso para ambas as ruas, devido à maior fluidez na circulação característica deste período.

No dia 28 de Abril (terça-feira), realizaram-se medições na interseção Constituição/Faria Guimarães, com dois observadores que contabilizaram os veículos na rua da Constituição e na rua Faria Guimarães. O período de observação foi entre as 8:30 e 9:30 da manhã.

Após a recolha dos dados e realização dos cálculos obtiveram-se os seguintes valores de atraso e níveis de serviço, Quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico

Interseção	Grupo Semafórico	Atraso (s)	Nível de Serviço
Constituição/Faria Guimarães	0	14	B
	1	40	D

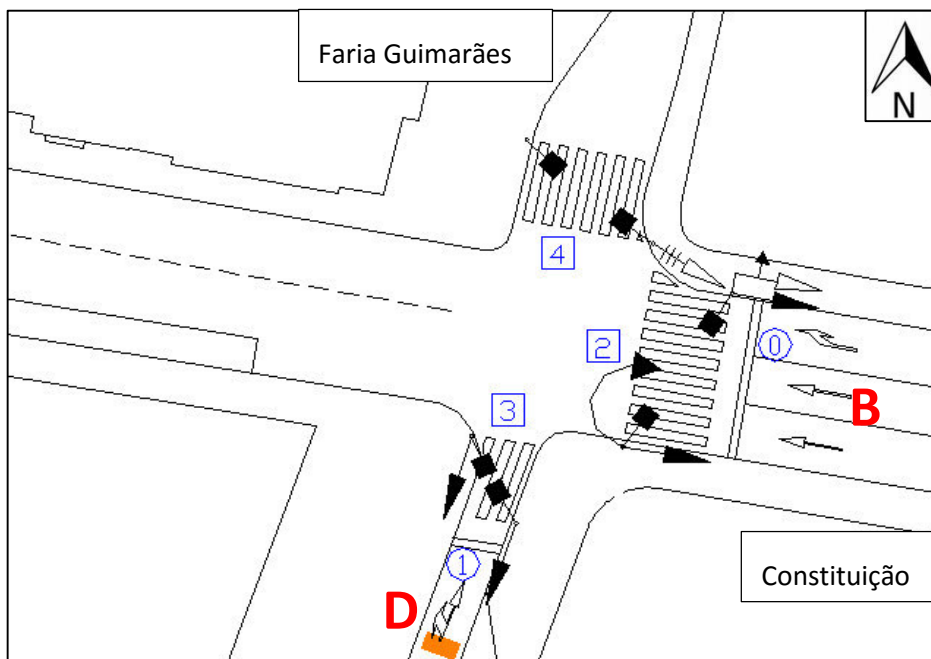


Figura 5.5 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Faria Guimarães

Mais uma vez se verifica um valor de atraso bastante baixo para a Constituição, rua principal, que acaba por prejudicar o nível de serviço da rua secundária, com um valor de atraso maior.

Continua-se a verificar uma consistência do sistema em dar preferência às ruas principais, de forma a melhorar a circulação na cidade que depende destas vias.

Nas contagens realizadas à tarde, entre as 18:00 e as 18:45, obtiveram-se os seguintes níveis de serviço: A para a rua da Constituição e F para a rua Faria Guimarães. Os valores de atraso foram respetivamente 10 e 81 segundos, encontrando-se no limite dos níveis de serviço.

No entanto neste período de observação nota-se uma diferença muito grande, cerca do dobro, para o atraso existente na rua Faria Guimarães na hora de ponta da manhã. Já para a rua da Constituição há apenas uma diferença de 4 segundos em relação ao atraso sentido. A maior diferença que existe na rua Faria Guimarães, deve-se sobretudo à maior procura neste período, situação que levou a que mais veículos ficassem em fila de espera. Esta procura mais elevada deve-se ao facto de esta rua servir como via para saída de veículos para fora da cidade, logo é bastante “carregada” no momento em que os utentes saem dos seus locais de trabalho.

No dia 29 de Abril (quarta-feira) foram executadas medições na interseção Constituição/Zeca Afonso, com dois observadores, um para a rua Zeca Afonso e outro para a rua da Constituição. O período de

observação foi entre as 8:30 e 9:30 da manhã. Os resultados obtidos apresentam-se na seguinte tabela. A Figura 5.6 mostra os níveis de serviço para cada uma das ruas.

Quadro 5.5 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico

Interseção	Grupo Semafórico	Atraso (s)	Nível de Serviço
Constituição/Zeca Afonso	0	18	B
	1	9	A

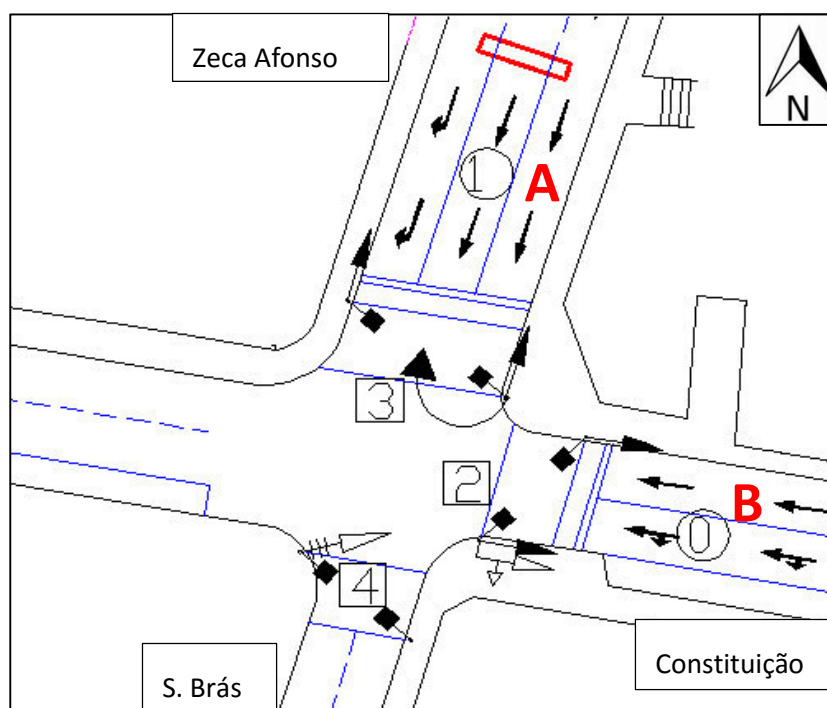


Figura 5.6 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Zeca Afonso

Os resultados obtidos são bastante próximos, uma vez que estamos perante duas ruas com procura idêntica, bem como classificadas com o mesmo nível hierárquico.

Como a rua Zeca Afonso possui um maior número de vias e uma ligeira diferença na procura, acaba por libertar mais facilmente a fila de espera, que resulta na diferença observada no atraso e por sua vez no nível de serviço. Por outro lado ocorre com muita frequência a chegada de um pelotão de veículos quando o sinal está próximo de mudar para verde, criando-se uma onda de verde para este grupo semafórico.

Na hora de ponta da tarde, no mesmo dia, repetiram-se as contagens com a mesma metodologia, chegando-se aos seguintes níveis de serviço: na Constituição, um nível de serviço *B* com atraso igual a 18 segundos, e para a rua Zeca Afonso um nível de serviço *C*, com atraso igual a 25 segundos.

Nesta hora do dia verifica-se uma grande diferença no nível de serviço e atraso na rua Zeca Afonso, enquanto que o nível de serviço e atraso se mantiveram exatamente iguais para a rua da Constituição. Esta diferença deve-se à menor procura que existe na rua Zeca Afonso, que serve sobretudo utentes que pretendem entrar na cidade, como à tarde não há tanta procura para esse fim, acaba por prejudicar o seu nível de serviço. Por outro lado nesta hora do dia, ao contrário do que acontecia de manhã, a procura na rua da Constituição é superior à procura da rua Zeca Afonso, o que prejudica o nível de serviço desta rua.

Não se verifica nenhuma diferença na rua da Constituição, entre a ponta da tarde e da manhã, porque a proporção entre veículos parados e volume de tráfego mantém-se para estes dois períodos, resultando num nível de serviço e atraso iguais.

No dia 30 de Abril (quinta-feira), realizaram-se as contagens para a interseção Constituição/Antero Quental, na hora de ponta de manhã, entre as 8:30 e as 9:30. Mobilizaram-se três observadores: um para a rua da Constituição e dois para a rua Antero Quental.

No Quadro 5.6 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e Figura 5.7 apresentam-se os resultados obtidos para o atraso e nível de serviço.

Quadro 5.6 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico

Interseção	Grupo Semafórico	Atraso (s)	Nível de Serviço
Constituição/Antero Quental	0	22	C
	1	27	C
	2	7	A

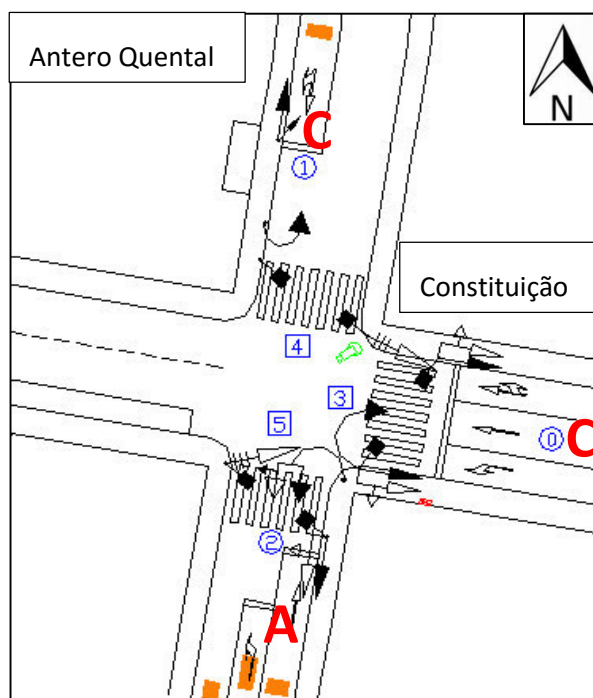


Figura 5.7 – Níveis de serviço para a interseção Constituição/Antero Quental

Perante estes resultados nota-se uma coerência no atraso para a Constituição que ronda os 20 segundos, ordem de valores obtidos para a rua noutras interseções. Neste caso como o valor obtido foi de 22 segundos, o nível de serviço desceu de *B* para *C*, uma vez que o limite máximo do nível de serviço *B* é 20 segundos.

Para a rua Antero Quental (grupo semafórico 1) o atraso é ligeiramente maior mas expectável, 27 segundos com nível de serviço *C*. Isto deve-se ao facto de a rua se encontrar num nível hierárquico inferior, apresentando uma procura também inferior, razões que levam a que tenha menor tempo de verde comparativamente à rua da Constituição. No grupo semafórico 2 o nível de serviço obtido foi *A*, este valor é muito melhor que o nível de serviço na Constituição no entanto, apenas acontece porque a procura é muito baixa para estas vias, e quando surgem veículos o sinal encontra-se na maioria das vezes verde ou quase a mudar, criando-se no fundo uma onda de verde nesta parte da interseção, que leva a que sejam poucos os veículos a efetivamente pararem.

No dia 6 de Maio (quarta-feira) realizaram-se as contagens para a hora de ponta da tarde, entre as 17:45 e as 18:45, na interseção Constituição/Marquês, onde foram alvo os postos azul e amarelo referentes às ruas do Marquês e Constituição respetivamente.

Para este período do dia obtiveram-se os seguintes resultados: para o posto responsável pela rua da Constituição obteve-se o nível de serviço *D* com atraso igual a 38 segundos, e para a rua do Marquês obteve-se o nível de serviço *D* com atraso igual a 44 segundos.

Neste período repete-se o facto de a rua da Constituição possuir um nível de serviço melhor, ou pelo menos um atraso menor, relativamente à rua do Marquês que se encontra num nível hierárquico mais baixo, o que leva a o sistema a dar mais tempo de verde à rua da constituição. No entanto nota-se uma diferença grande no atraso relativamente ao atraso verificado na hora de ponta da manhã, isto pode ser explicado pela menor procura verificada neste período relativamente.

No dia 7 de Maio realizaram-se as contagens para a interseção Constituição/Antero Quental, nos três postos descritos no ponto 4.7.1 do presente documento. O período de observação decorreu entre as 18:00 e as 18:45, não foi possível começar às 17:45 devido a atrasos na chegada ao local.

Os níveis de serviço a que se chegaram foram: para a rua da Constituição nível de serviço *C* com 30 segundos de atraso, para a rua Antero Quental obteve-se o mesmo nível de serviço mas com 31 segundos de atraso (no sentido norte-sul) e no sentido oposto o nível de serviço *B* com 13 segundos de atraso.

Os resultados foram idênticos aos resultados obtidos na hora de ponta da manhã, com a diferença de o atraso aumentar ligeiramente alterando por sua vez o nível de serviço. Neste caso o nível de serviço da rua Antero Quental está mais próximo do nível de serviço da Constituição uma vez que neste horário se pretende facilitar a saída dos veículos para fora da cidade. Nota-se pelas contagens, que a procura na rua Antero Quental aumenta bastante o que faz com que se aproximem os níveis de serviço entre ruas com diferentes hierarquias já que a procura não se altera muito na rua da Constituição entre os períodos da manhã e da tarde.

No dia 12 de Maio, terça-feira, completaram-se as medições do atraso para a rua da Constituição, com a realização de contagens para a rua Costa Cabral, posto cinzento, no período da tarde, entre as 17:45 e as 18:45.

Como procura nesta rua é bastante baixa, comparando com outras alvo de estudo, foi possível em simultâneo contabilizar o volume de tráfego e o número de veículos parados em intervalos de 20 segundos por um único observador, o que permite obter resultados mais precisos do que desempenhar as duas tarefas em dias diferentes.

Após análise dos dados recolhidos chegaram-se aos seguintes resultados: o nível de serviço atingido foi *D* com um valor de atraso igual a 45 segundos. Verifica-se um resultado ligeiramente melhor que no período da manhã uma vez que há pouca procura e que não se forma uma fila superior a 3 veículos, máximo registado na medição. Estas razões levam a que o nível de serviço não seja muito diferente das restantes ruas nesta interseção, visto que o esperado seria um valor mais elevado para uma rua secundária.

No Quadro 5.7, é apresentado um resumo com todos os resultados obtidos, com o sistema SIGA ligado, verifica-se algumas mudanças bruscas nos níveis de serviço entre os dois períodos que se justificam pelas diferenças na procura que existe e também pelo comportamento dos utentes, que estacionam abusivamente em sítios diferentes, dependendo da hora do dia, influenciando os níveis de serviço negativamente.

Quadro 5.7 – Resumo de níveis de serviço, com sistema SIGA ativado

Interseção	Grupo Semafórico	Ponta da manhã		Ponta da tarde	
		Atraso (s)	Nível de Serviço	Atraso (s)	Nível de Serviço
Constituição/Marquês	0	21	C	38	D
	1	36	D	44	D
	2	53	D	45	D
Constituição/Visconde Setúbal	6	19	B	12	B
	7	75	E	60	E
Constituição/Faria Guimarães	0	14	B	10	A
	1	40	D	81	F
Constituição/Zeca Afonso	0	18	B	18	B
	1	9	A	25	C
Constituição/Antero Quental	0	22	C	30	C
	1	27	C	31	C
	2	7	A	13	B

5.5 MEDIÇÃO DO ATRASO COM O SISTEMA SIGA DESATIVADO

A medição do atraso foi repetida para a situação do sistema SIGA desativado ou seja, as interseções da zona Constituição 9 perderam a capacidade de coordenação, funcionando apenas localmente e de forma isolada no entanto, não perderam a capacidade de ajustar os tempos de fase pelos pedidos das espiras magnéticas que se encontram instaladas.

A medição para a zona foi repartida em três dias, para diminuir ao máximo o período de tempo em que o sistema fica desativado e também pela dificuldade em reunir recursos humanos suficientes para abranger as interseções que se pretendem estudar.

No dia 4 de Junho, quinta-feira, realizaram-se as medições para as seguintes interseções: Constituição/Visconde Setúbal, Constituição/Faria Guimarães e Constituição/Zeca Afonso. Foram seguidos os mesmos esquemas apresentados em 4.7.1, onde se utilizaram 6 observadores dispostos nos seis postos associados às interseções. O período de observação manteve-se entre as 8:30 e as 9:30 para a hora de ponta da manhã.

Os resultados obtidos para esta medição encontram-se apresentados no Quadro 5.8.

Quadro 5.8 – Níveis de serviço de cada grupo semafórico

Interseção	Grupo Semafórico	Atraso (s)	Nível de Serviço
Constituição/Visconde Setúbal	6	29	C
	7	114	F
Constituição/Faria Guimarães	0	26	C
	1	101	F
Constituição/Zeca Afonso	0	43	D
	1	35	D

Pelo que se pode concluir com estes resultados, os níveis de serviço degradam-se com relevância com o sistema desativado. Para as ruas com menos procura, neste período, como a rua Faria Guimarães e Visconde Setúbal o atraso ultrapassou os 100 segundos, o que é um atraso muito elevado e bastante diferente do obtido com o sistema em funcionamento normal. A rua com um nível hierárquico mais alto e maior procura (em quase todas as interseções) apresentou um nível de serviço C e D, que está

muito aquém do exigido para uma rua desta importância. A rua Zeca Afonso ficou também com nível de serviço D, embora com um atraso ligeiramente inferior, que já se tinha verificado nas medições com o sistema ativo.

Nesta primeira abordagem à desativação do sistema, percebeu-se que este tem um papel importante na circulação, uma vez que se verificam grandes diferenças nas condições de circulação. Existiu uma maior acumulação de veículos nas ruas e estes estiveram mais tempo parados. As interseções ficavam com maior facilidade saturadas, devido ao bloqueamento quando não havia possibilidade de completar a manobra com o aumento das filas. Este comportamento por parte dos utentes da via surgia com o aumento do *stress* e impaciência, que aumentava ao longo do tempo e levava a que estes comportamentos fossem mais frequentes. Todos estes fatores ajudavam no aumento do caos que aconteceu, no período de tempo em que o SIGA esteve desativado.

No dia 11 de Junho (quinta-feira) decorreram as contagens para a determinação do nível de serviço para as interseções Constituição/Marquês e Constituição/Antero de Quental, completando as medições para a zona em estudo no período da manhã, entre as 8:30 e as 9:30. Foram mobilizados 6 observadores que contabilizaram os grupos semaforicos nos seus respetivos postos como esquematizado no ponto 4.7.1.

Neste dia notou-se, durante a medição, que o impacto no trânsito não foi tão profundo como nas medições que ocorreram no dia 4 de Junho, muito pelo facto de ter ocorrido um feriado no dia anterior e que provavelmente terá levado a que muitos utentes não se dirigissem para o local de trabalho. No entanto notou-se novamente que o nível de serviço piorou em relação ao nível de serviço com o SIGA em funcionamento normal para o mesmo período.

No Quadro 5.9 encontram-se os níveis de serviço para todas as interseções alvo de medições, para as duas situações, SIGA em funcionamento normal e SIGA desativado. Comprova-se uma diferença no nível de serviço quando o SIGA é desativado.

Quadro 5.9 – Resumo dos níveis de serviço para o período da manhã

Interseção	Grupo Semafórico	SIGA on		SIGA off		Diferença (s)	Rácio
		Atraso (s)	Nível de Serviço	Atraso (s)	Nível de Serviço		
Constituição/Marquês	0	21	C	43	D	22	2,05
	1	36	D	56	E	20	1,56
	2	53	D	53	D	0	1,00
Constituição/Visconde Setúbal	6	19	B	29	C	10	1,53
	7	75	E	144	F	69	1,92
Constituição/Faria Guimarães	0	14	B	21	C	7	1,50
	1	40	D	101	F	61	2,53
Constituição/Zeca Afonso	0	18	B	43	D	25	2,39
	1	9	A	35	D	26	3,89
Constituição/Antero Quental	0	22	C	54	D	32	2,45
	1	27	C	97	F	70	3,59
	2	7	A	13	B	6	1,86

Em geral as ruas que foram mais afetadas pela desativação do SIGA foram as ruas que intercetam a rua da Constituição ou seja, a rua da Constituição não é a que sofre maior perda no nível de serviço, concluindo-se que a programação base favorece a circulação nesta rua. As ruas secundárias, ou num patamar hierárquico mais baixo, que sofreram um maior incremento no atraso foram Visconde Setúbal, Faria Guimarães, Zeca Afonso e Antero Quental.

Nas ruas Zeca Afonso e Antero Quental é onde se verifica um maior incremento no atraso, superior ao triplo registado com o SIGA em funcionamento normal. No entanto para a rua Zeca Afonso o atraso sofreu um menor aumento, 26 segundos, comparativamente ao aumento registado na rua Antero Quental, 70 segundos. A rua Antero de Quental foi a que sofreu o maior decréscimo de nível de serviço depois de desativado o SIGA.

Um resultado curioso que se registou foi o nível de serviço e atraso verificado, nas duas situações, para a rua Costa Cabral, que se manteve igual. Este resultado é justificado pelo facto de a rua apenas ser servida quando há pedido, ou seja, apenas quando a espira associada a este grupo semafórico deteta um veículo é que é dada a fase de verde no ciclo seguinte. Após a desativação do SIGA, apenas se perde

a capacidade de as interseções comunicarem entre si, funcionando localmente de forma isolada. No entanto, as interseções continuam a contabilizar os veículos e a prolongar/diminuir tempos de fase através da informação recolhida pelas respetivas espiras. Sendo assim, nesta rua, não se alterou o nível de serviço. Por outro lado o facto de a rua ter uma procura muito reduzida também influencia a que o nível de serviço não se altere.

Em suma, pode concluir-se que o SIGA reduz o atraso, em termos médios, para metade, tendo em conta a amostra que se conseguiu obter.

5.6 MÉTODO DO OBSERVADOR MÓVEL II

Este método consiste em conhecer a realidade que um utente da via vive ao circular na zona em estudo. Para tal recorreu-se a um veículo-teste que percorreu o percurso definido anteriormente na Figura 4.24.

A medição aconteceu a uma terça-feira, 12 de Maio, entre as 8:30 e as 10:00 horas da manhã. Nesse dia o estado meteorológico verificado era céu limpo, o que facilitava a circulação. Para além de percorrer o percurso definido, antes de se iniciar uma nova volta, contornava-se a Praça do Marquês para se reiniciar os cronómetros. Isto aconteceu porque nesse dia apenas uma pessoa manipulou dois cronómetros, um para medir os tempo de percurso e outro para medir os tempos de paragem.

A medição correu sem grandes condicionantes que alterassem de forma anormal de circulação, o que permitiu perceber a realidade da zona.

A rua da Constituição, no período de observação possui claramente a maior procura, ao contrário da rua Damião de Góis, que tem uma maior fluidez na circulação onde se criam pelotões de veículos muito inferiores. É na rua Damião de Góis que se verificam menores paragens ou mesmo a inexistência das mesmas.

Nesta medição o grande motivo de paragem o veículo-teste foi o funcionamento dos semáforos, havendo outro motivo com menor incidência. Tratou-se de caso de interseção saturada em que o sinal luminoso apresentava o verde mas os veículos não avançavam. No entanto foi pouco recorrente nesta medição, acontecendo esporadicamente na rua da Constituição.

No dia 18 de Junho (quinta-feira) foi repetida a medição, neste caso, com o objetivo de comparar com a circulação na zona em período de férias escolares. Não foi possível desligar o SIGA, em Maio, para confrontar com a medição com o SIGA ativo de 12 de Maio, daí a distância temporal entre medições e a opção de comparar período normal com férias escolares.

Os resultados de ambas as medições encontram-se em anexo, entre as páginas 75 e 79, acompanhadas de um quadro comparativo, onde é possível verificar que em período de férias escolares o tempo de percurso médio diminui para os troços associadas à rua da Constituição. Esta rua apresentou maiores atrasos na medição de 12 de Maio, especialmente no troço entre as ruas Faria Guimarães e Zeca Afonso, derivado à diminuição da procura que afeta positivamente esta rua. Nota-se um ligeiro incremento no tempo médio de percurso na medição de 18 de Junho, em relação ao período normal no troço correspondente à praça Marquês de 15 segundos, e interseção João Pedro Ribeiro/Marquês de 6 segundos, visível na Figura 5.9. Não sendo valores muito significativos derivaram do facto de o Marquês possuir menor procura que a Constituição, resultando em maiores tempos de vermelho que obrigavam o veículo-teste a parar. O segundo caso terá resultado devido ao estacionamento abusivo existente em frente ao colégio Nossa Senhora da Paz que interrompia a circulação na interseção João Pedro Ribeiro/Marquês.

Nestas duas medições o grande motivo de paragem foram os vermelhos nos sinais luminosos em 85% dos casos, seguindo da interseção saturada em 14% das paragens e de cedência de passagem a peões em 2% das paragens, Figura 5.8.

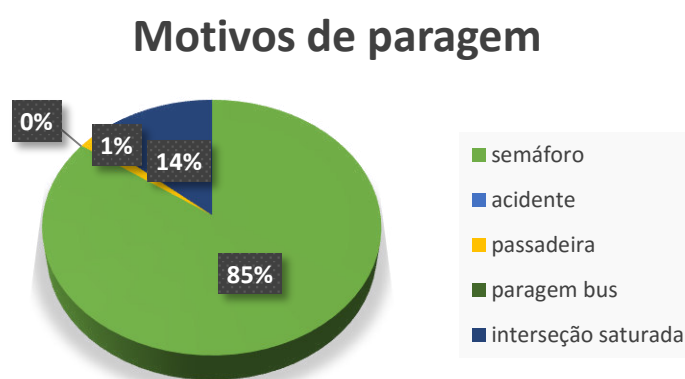


Figura 5.8 – Motivos de Paragem (12 de Maio e 18 de junho)

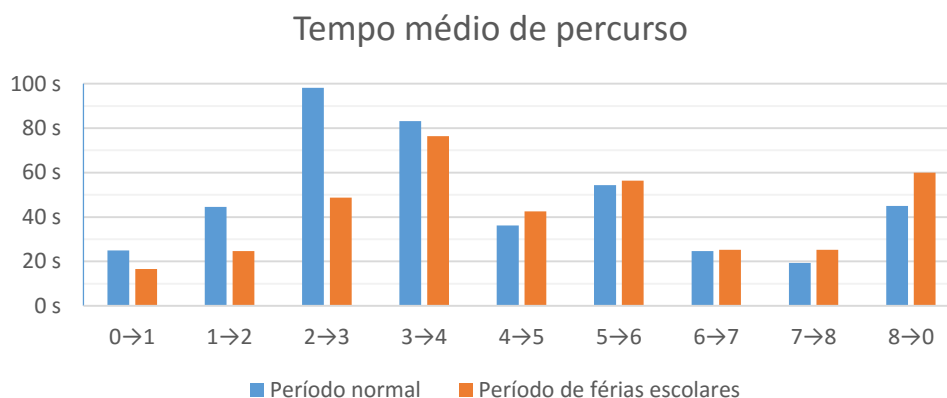


Figura 5.9 – Comparação entre as medições de 12 de Maio e 18 de junho

No dia 23 de Junho finalizaram-se as medições para o estudo da zona da Constituição, com a repetição do percurso em torno da zona com o SIGA desativado. Esta medição tem como objetivo comparar, em período de férias escolares, a circulação na Constituição com o SIGA em funcionamento normal (medição de 18 de Junho) e o SIGA desativado (medição de 23 de Junho).

Verificou-se um maior tempo de percurso na globalidade dos troços, Figura 5.11, em especial na rua da Constituição, nomeadamente nas interseções com Zeca Afonso e com Antero Quental, em que ocorreu um aumento médio na ordem dos 30 segundos nos troços a que correspondem estas interseções. Na determinação do atraso já se tinha verificado que estas interseções eram das mais afetadas com a desativação do SIGA, uma vez que estão associadas a um maior volume de tráfego.

Por outro lado, também existiram reduções no tempo de percurso, nos troços entre os pontos 4 e 5, 5 e 6 e 8 e 0, sendo que a redução no troço entre 4 e 5 foi de apenas 2 segundos o que é pouco relevante. No entanto, nos outros dois troços a redução foi de 23 e 12 segundos respetivamente. Estas reduções aconteceram devido à menor procura que se verificou para estes troços, devido ao impacto das férias que foi maior nesta semana que na semana anterior. Também o facto de ser véspera de feriado, que reduz a procura, provocou este resultado, pois esta rua, Damião de Góis, possui um baixo volume de tráfego. A redução de 12 segundos no troço correspondente à Praça do Marquês deriva do facto de quando se chegava a esse ponto já o sinal estava próximo do verde ou já estava verde na maioria das passagens, este erro poderia ser corrigido aumentando o número de voltas, o que para o caso não era possível.

Nesta medição verificou-se um ligeiro aumento na paragem devido à saturação/bloqueio das interseções, o que é esperado para a situação de SIGA desativado, Figura 5.10.

Motivos de paragem

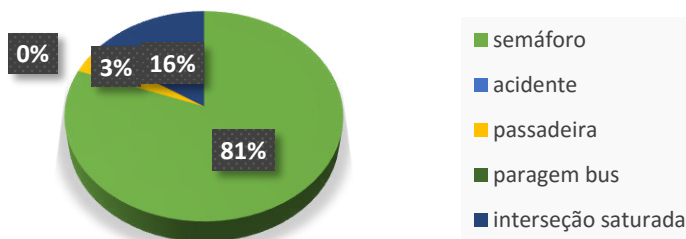


Figura 5.10 – Motivos de paragem (18 e 23 de Junho)

Tempo médio de percurso

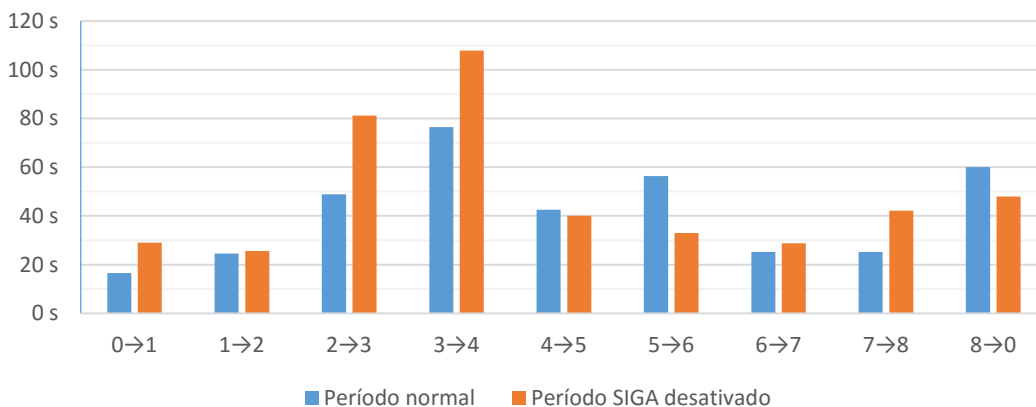


Figura 5.11 – Comparação entre as medições de 8 de Junho e 23 de Junho

6 CONCLUSÃO

6.1 APRECIÇÃO DO ESTUDO DESENVOLVIDO

Este estágio teve dois grandes objetivos, avaliar a eficiência real que o sistema de controlo de tráfego tem e o seu impacto na circulação bem como, estudar métodos que permitam obter os indicadores para a avaliação do sistema tendo em conta os recursos necessários e as limitações dos próprios métodos.

Numa primeira fase foi importante conhecer os vários conceitos associados a esta temática e que são bastante importantes para a determinação dos indicadores de desempenho de uma via de circulação, nomeadamente: corrente de tráfego, tempo entre veículos, débito, débito de saturação, fase, ciclo, atraso e nível de serviço. Sendo estes os conceitos mais importantes, não únicos, para compreensão desta temática.

De seguida foi caracterizada a zona que seria estudada, nomeadamente a hierarquia viária dos vários arruamentos, as características das interseções (geometria e correntes de tráfego associadas) e a distribuição das fases por ciclo. Posteriormente, caracterizou-se a procura (débito), que indica a quantidade de veículos que circulam nesta zona em cada corrente de tráfego, nos períodos de hora de ponta (manhã e tarde). Esta medição foi bastante simples, é usada com frequência na CMP como ferramenta para vários estudos, não trazendo qualquer dúvida aos vários intervenientes. Este foi o primeiro trabalho de campo, que permitiu identificar quais as ruas mais procuradas, esperando-se que estas deveriam ter o melhor nível de serviço, cedido pelo SIGA. No entanto não foi possível executar a contagem na totalidade da zona pois não havia recursos humanos disponíveis suficientes, deixando alguns postos para outros dias. Com a divisão da contagem em diferentes dias, associa-se um erro devido à diferença nas condições de circulação, mas que foi assumido desde o início.

A partir deste ponto, o objetivo passou por encontrar um método que permitisse determinar o débito de saturação, a variável mais importante para se chegar ao valor do atraso aplicando a equação 44. O

método aplicado foi o denominado método australiano, que consistia em contabilizar o tempo necessário que uma fila de espera necessitava para se escoar no seu tempo verde. Este método mostrou-se um pouco complexo, em relação à contagem de tráfego, uma vez que exigia duas tarefas, cronometrar e contar veículos, sendo necessários dois observadores.

Depois de definidos os postos para a medição, experimentou-se o método na interseção que exigia menos recursos e com a geometria mais simples. Esta metodologia apenas pode ser aplicada a uma via por corrente, um erro verificado na primeira medição, mas corrigido numa segunda tentativa, considerando-se que os veículos se distribuem uniformemente pelas vias associadas à sua corrente. Depois de executados os cálculos com a informação recolhida em campo, chegaram-se a valores negativos para o tempo perdido no arranque e tempo adicional de paragem. Percebeu-se posteriormente que estes erros eram derivados na dificuldade de se identificar a fila de espera pelo simples fato de o tempo entre veículos ser muito variável em circulação urbana, fruto da inconsistência na circulação dos diferentes utentes. Por outro lado, em ruas com pouca procura era difícil obter filas de espera significativas onde o débito de saturação se verifica-se. Estes dois fatores obrigaram a desistir deste método somando-se o elevado número de observadores que seria necessário para o aplicar nas diferentes interseções.

Em simultâneo procurou-se caracterizar macroscopicamente zona em estudo, utilizando um veículo-teste, com a medição descrita no ponto 4.4.2. Este método tinha como objetivo obter o valor do débito, tempo médio de percurso, velocidade média no espaço e concentração, no entanto pelo facto de o percurso em estudo ser de sentido único, inviabilizou a medição chegando a valores absurdos para estas variáveis. Tendo em conta as medições realizadas para este trabalho o método é aplicável para estradas com dois sentidos.

Depois de não se conseguir determinar o débito de saturação pelo método australiano, decidiu-se aplicar a metodologia preconizada pelo *Instituto Superior Técnico* que estima o atraso médio por veículo de forma simples e expedita. Este método consiste na contagem, em intervalos de tempo de 20 segundos, o número de veículos parados na interseção. Neste caso a contagem era realizada para cada grupo semaforico estando incluídas todas as vias e tinha como limite, na contagem, o comprimento da fila de espera máxima ou em casos extremos o alcance do observador devendo este ser consistente até ao final da contagem respeitando sempre o mesmo ponto de referencia. Como se distribuía um observador por grupo semaforico o número de observadores era reduzido o que ia de

encontro às necessidades deste trabalho. Ainda assim era impossível cobrir toda a zona de uma só vez, sendo a contagem faseada, introduzindo algum erro. Outro valor necessário é o volume de tráfego que seria o medido inicialmente nas contagens de tráfego, introduzindo outro erro visto que as contagens já tinham sido realizadas à cerca de dois meses. O método foi facilmente aplicado por todos os observadores chegando-se aos níveis de serviço, sabendo que tinham algum erro associado mas onde os resultados se mostravam consistentes com o que se esperava.

A medição foi repetida com o SIGA em funcionamento normal e desativado chegando-se à conclusão, de grosso modo, que o SIGA reduz para cerca de metade o valor do atraso médio por veículo. Embora exista um erro associado ao fato de o volume ter sido determinado com dois meses de diferença, assume-se que a procura em dias da semana não varia muito, daí o cuidado em realizar todas as medições sempre entre terça e quinta-feira deixando os fins-de-semana.

Outro método que se utilizou para estudo da zona foi o denominado observador móvel 2, este método expedito limita-se a cronometrar o tempo despendido na circulação entre os pontos, definidos na Figura 4.24, para o percurso em questão ao mesmo tempo que se contabiliza o tempo em que o veículo se encontra parado bem como o motivo, entre cada troço. Nas medições efetuadas verificou-se o aumento, no tempo medio de percurso na generalidade dos troços quando o SIGA é desativado, sendo que as interseções mais afetadas foram Constituição/Zeca Afonso e Constituição Antero de Quental, confirmando o resultado a que se tinha chegado na medição do atraso médio por veículo. Chegou-se também à conclusão que os semáforos são a grande razão que leva à paragem dos veículos, seguida da saturação da interseção derivada da sinalização semaforica o que aumenta a importância do sistema SIGA e da constante necessidade de manutenção/melhoria.

Este trabalho teve grande relevância para a instituição, uma vez que responde a questões que se colocavam desde a implementação do sistema há 30 anos. Com esta oportunidade, para se desenvolver um estudo onde se experimentaram métodos para obter indicadores capazes de avaliar o sistema SIGA, foi possível criar procedimentos e produzir conhecimento que permite extrapolar os seus benefícios para as diferentes zonas por si abrangidas.

A CMP atravessa em julho de 2016 um momento de transição no que às políticas de mobilidade e sistemas ITS para a sua aplicação dizem respeito. Assim este estudo vem fundamentar a necessidade e a mais-valia que representa um sistema deste tipo na regulação de trânsito do município. No entanto, este sistema apresenta algumas limitações, nomeadamente na interação com o operador e na

integração com plataformas de normas de comunicação e dados abertas. Como utilização concreta será já utilizado como referência na elaboração do caderno de encargos para futura contratação de prestação de serviços de manutenção e expansão ao Sistema de Gestão de Tráfego da CMP da qual todos os equipamentos mencionados fazem parte.

Embora se tenha percebido que o SIGA é essencial para manter níveis de escoamento de tráfego fluído, é sempre possível melhorar. Acentue-se que a existência de estacionamento abusivo, reduz significativamente a largura da faixa de rodagem e conseqüente redução de capacidade da via. Esta condicionante pode traduzir-se ainda na anulação de vias de circulação por completo, que pode neste caso inviabilizar as espiras de deteção (bloqueamento produzido por veículos em estacionamento abusivo por um determinado período de tempo). Este problema limita claramente o bom desempenho do SIGA, pois pode transformar interseções atuadas em interseções semi-atuadas ou interseções semi-atuadas em interseções de tempos fixos.

Uma melhoria óbvia, seria o aumento do número de espiras estratégicas de forma a aumentar a informação recebida pelo SIGA.

6.2 PERSPETIVAS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Este trabalho serve de referência para futuros estudos que tenham por objetivo analisar a eficiência deste sistema, nomeadamente o estudo de uma zona completa, já que haveria a possibilidade de um planeamento mais estruturado e saber com maior facilidade quais os métodos e recursos necessários uma vez que já foram experimentados.

Os estudos futuros podem ter como objetivo saber a influência de cada zona na circulação, por exemplo ao testar o SIGA desativado apenas para uma zona e conhecer o impacto nas restantes. Outra possibilidade, será estudar a incorporação de novas zonas na cidade e saber se estão ou não bem definidas e bem relacionadas com as restantes.

Poderá ainda ser estudado o desenvolvimento ou melhoria dos métodos que permitem a determinação dos indicadores necessários para uma boa avaliação, de forma mais automatizada e com a redução dos recursos humanos. Outra hipótese seria a criação de uma aplicação que reúna os dados obtidos e que os reorganize, de forma a facilitar a sua consulta e retirar com facilidade conclusões que permitam gerir um sistema como este.

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, Marta - **Métodos e Técnicas de Recolha de Dados de Tráfego - Algoritmo para a Definição da Matriz Origem/Destino**. [S.l.] : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2000

COSTA, A.; MACEDO, Joaquim - Níveis de Serviço em Estradas e Auto-Estradas. Em **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes**. [S.l.] : Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2008. p. 80.

COSTA, Américo - **Capítulo 1 - Correntes de tráfego**. Porto : [s.n.]

COSTA, Américo; SECO, Álvaro - Correntes de tráfego. Em **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes**. [S.l.] : Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2008. p. 42.

COSTA, Américo; SECO, Álvaro - Sinais luminosos. Em **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes**. [S.l.] : Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, 2008. p. 112.

FERNANDES, Carlos - **Cruzamentos Semaforizados**. Lisboa : [s.n.]

GONÇALVES, Ivo Emanuel - **Metodologias para Avaliação das condições de circulação em interseções controladas por sinais luminosos**. [S.l.] : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013

REILLY, W. - **Highway Capacity Manual 2000** [Em linha] Disponível em WWW:<URL:<http://trid.trb.org/view.aspx?id=475202>>. ISBN 0309066816.

SIMÕES, Maria De Lurdes - **Definição de uma estratégia otimizada de controlo de tráfego em cruzamentos usando simulação estocástica**. [S.l.] : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2005

TAVARES, José - **Sistemas centralizados de controlo de tráfego urbano**. [S.l.] : Instituto Superior Técnico, 1994

XAVIER, Romeu - **Projecto de Regulação Luminosa Interseções Reguladas por sinais Luminosos de Comando Actuado ou Semi-Actuado**. [S.l.] : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008

ANEXOS

Em anexo encontram-se todos os resultados obtidos nos vários ensaios, que se encontram organizados da seguinte forma:

- Definição da procura (pág. 112 - 136)
- Medição do débito de saturação (pág. 137 - 143)
- Medição do tempo entre veículos (pág. 144)
- Método do observador móvel I (pág. 145 - 147)
- Determinação do atraso médio por veículo (pág. 148 - 184)
- Método do observador móvel II (pág. 185 - 190)

Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Movimento: 0.2

Data: 5 de Março

Operador: Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	213	0	5	223	2,29%
	08:15	08:30	215	0	4	223	1,83%
	08:30	08:45	269	1	2	275	1,10%
	08:45	09:00	205	2	2	213	1,91%
	09:00	09:15	280	1	4	290	1,75%
	09:15	09:30	304	5	3	320	2,56%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:30	09:30	1058	9	11	1098	1,86%

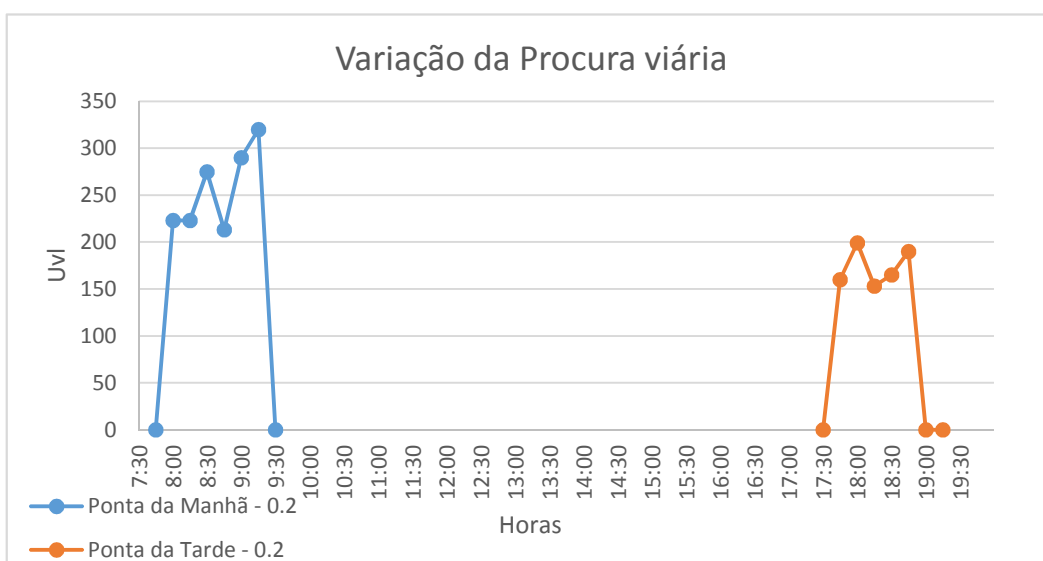
Volume: 1098

Débito: 1280

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	154	0	3	160	1,91%
	18:00	18:15	191	0	4	199	2,05%
	18:15	18:30	151	0	1	153	0,66%
	18:30	18:45	159	0	3	165	1,85%
	18:45	19:00	180	0	5	190	2,70%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	681	0	13	707	1,87%

Volume: 707

Débito: 796



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Movimento: 0.3

Data: 5 de Março

Operador: Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	59	1	3	67	6,35%
	08:15	08:30	96	0	0	96	0,00%
	08:30	08:45	76	0	2	80	2,56%
	08:45	09:00	56	0	1	58	1,75%
	09:00	09:15	53	0	1	55	1,85%
	09:15	09:30	40	1	0	42	2,44%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:00	09:00	287	1	6	301	2,38%

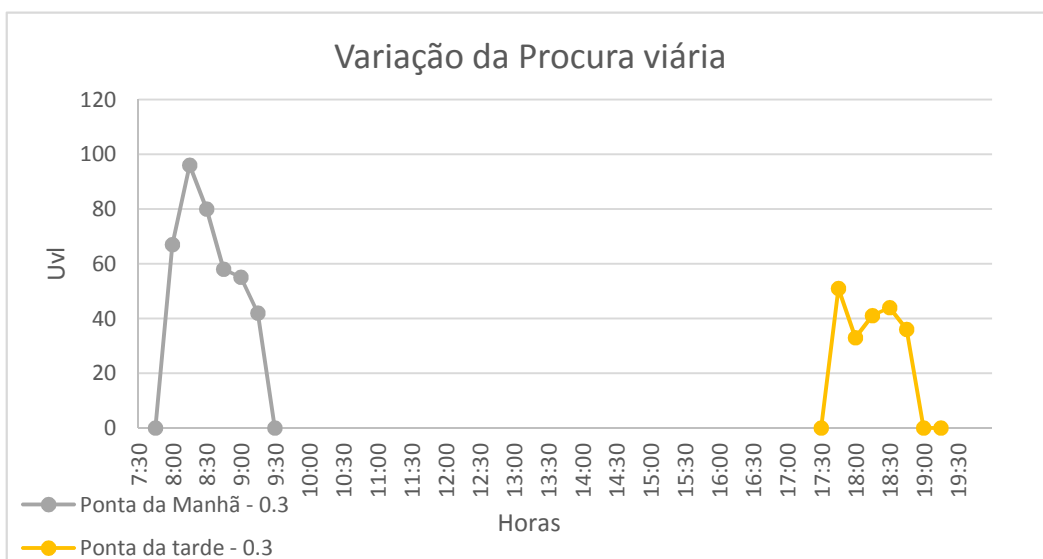
Volume: 301

Débito: 384

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	47	0	2	51	4,08%
	18:00	18:15	31	0	1	33	3,13%
	18:15	18:30	35	0	3	41	7,89%
	18:30	18:45	44	0	0	44	0,00%
	18:45	19:00	30	0	3	36	9,09%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	157	0	6	169	3,68%

Volume: 169

Débito: 204



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Movimento: 1.3

Data: 5 de Março

Operador: Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvi)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	12	0	0	12	0,00%
	08:15	08:30	22	0	0	22	0,00%
	08:30	08:45	8	0	0	8	0,00%
	08:45	09:00	7	0	0	7	0,00%
	09:00	09:15	14	0	0	14	0,00%
	09:15	09:30	8	0	0	8	0,00%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:15	09:15	51	0	0	51	0,00%

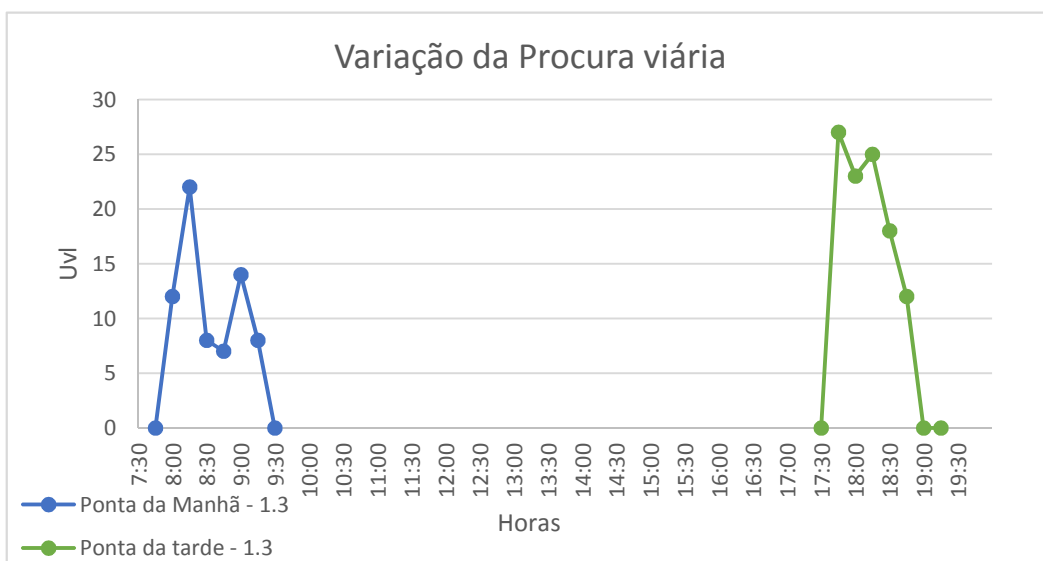
Volume: 51

Débito: 88

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvi)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	27	0	0	27	0,00%
	18:00	18:15	21	0	1	23	4,55%
	18:15	18:30	25	0	0	25	0,00%
	18:30	18:45	18	0	0	18	0,00%
	18:45	19:00	12	0	0	12	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	91	0	1	93	1,09%

Volume: 93

Débito: 108



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Movimento: 2.1

Data: 5 de Março

Operador: Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	2	0	0	2	0,00%
	08:15	08:30	3	0	1	5	25,00%
	08:30	08:45	5	0	1	7	16,67%
	08:45	09:00	5	0	2	9	28,57%
	09:00	09:15	3	0	2	7	40,00%
	09:15	09:30	2	0	1	4	33,33%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:15	09:15	16	0	6	28	27,27%

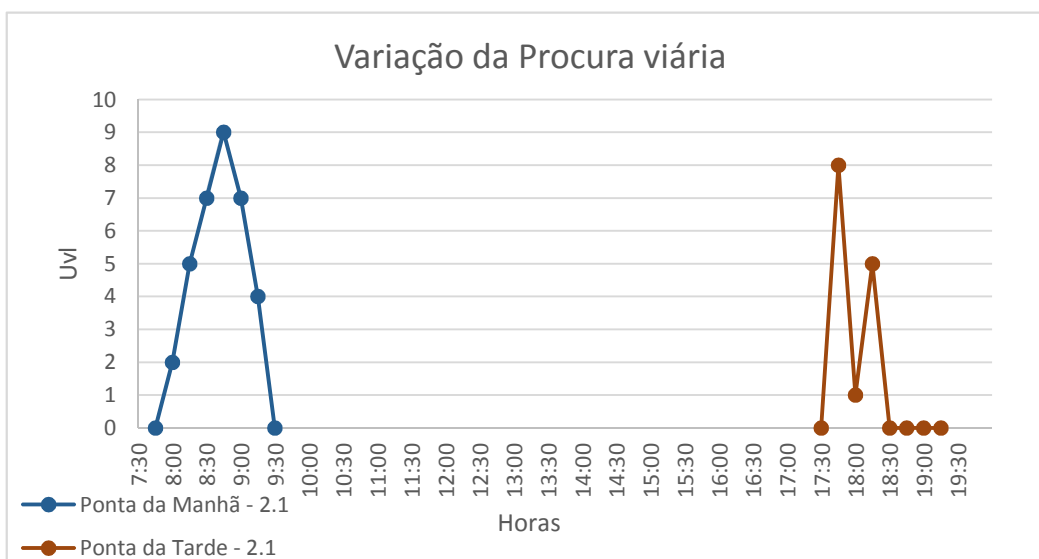
Volume: 28

Débito: 36

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	4	0	2	8	33,33%
	18:00	18:15	1	0	0	1	0,00%
	18:15	18:30	1	0	2	5	66,67%
	18:30	18:45	0	0	0	0	
	18:45	19:00	0	0	0	0	
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	6	0	4	14	40,00%

Volume: 14

Débito: 32



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Movimento: 2.2

Data: 5 de Março

Operador: Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	3	0	3	9	50,00%
	08:15	08:30	4	0	5	14	55,56%
	08:30	08:45	5	0	5	15	50,00%
	08:45	09:00	6	0	3	12	33,33%
	09:00	09:15	5	0	4	13	44,44%
	09:15	09:30	4	0	5	14	55,56%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:15	09:15	20	0	17	54	45,95%

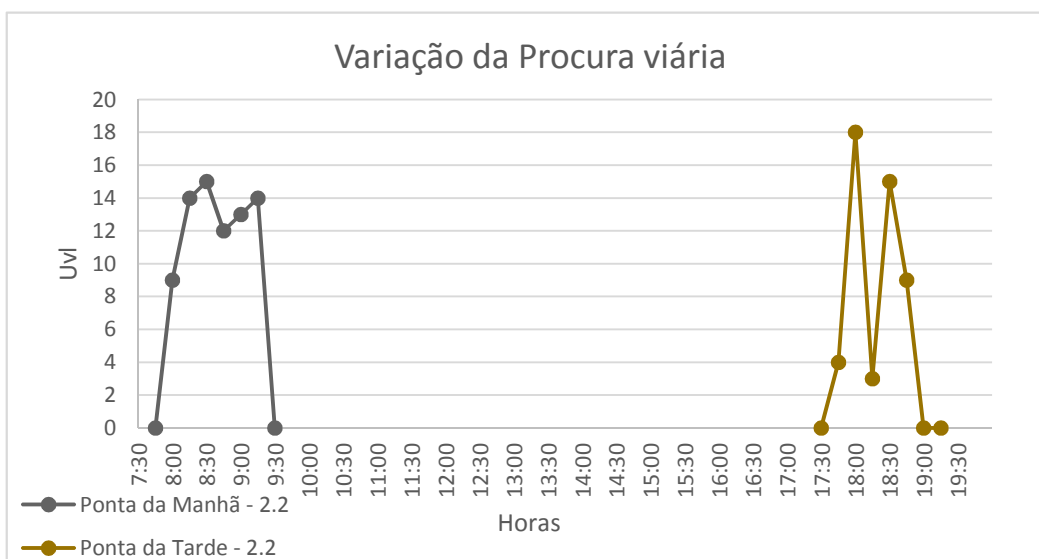
Volume: 54

Débito: 60

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	4	0	0	4	0,00%
	18:00	18:15	4	0	7	18	63,64%
	18:15	18:30	3	0	0	3	0,00%
	18:30	18:45	5	0	5	15	50,00%
	18:45	19:00	1	0	4	9	80,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	13	0	16	45	55,17%

Volume: 45

Débito: 72



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Azul

Movimento: 0.1

Data: 5 e 10 de Março

Operador: Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvi)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	21	0	0	21	0,00%
	08:15	08:30	38	0	0	38	0,00%
	08:30	08:45	20	0	0	20	0,00%
	08:45	09:00	19	2	0	23	9,52%
	09:00	09:15	18	0	0	18	0,00%
	09:15	09:30	22	0	0	22	0,00%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:00	09:00	98	2	0	102	2,00%

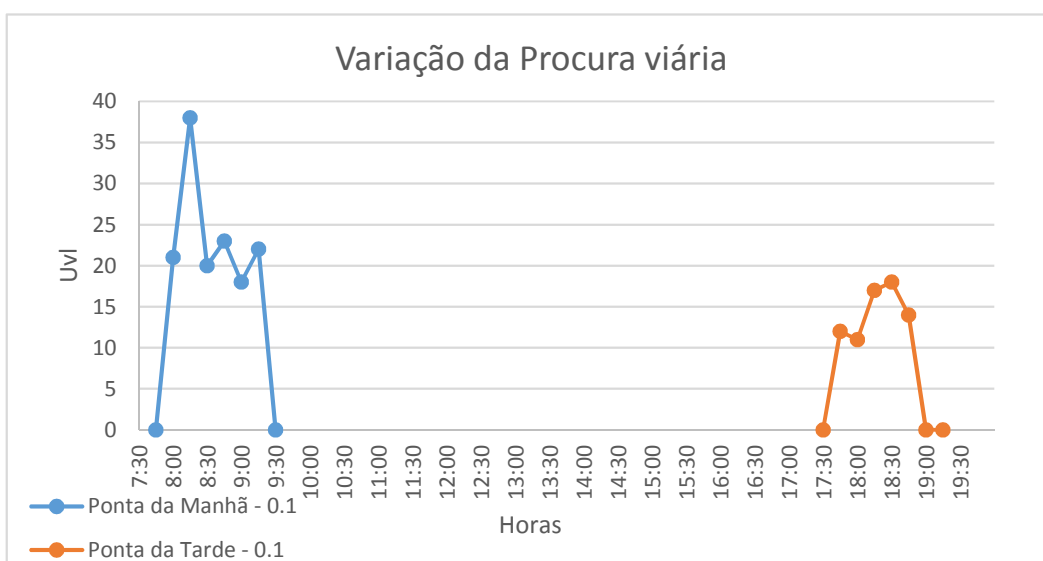
Volume: 102

Débito: 152

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvi)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	12	0	0	12	0,00%
	18:00	18:15	9	1	0	11	10,00%
	18:15	18:30	17	0	0	17	0,00%
	18:30	18:45	18	0	0	18	0,00%
	18:45	19:00	14	0	0	14	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	58	1	0	60	1,69%

Volume: 60

Débito: 72



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Azul

Movimento: 1.2

Data: 5 de Março

Operador: Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	83	0	1	85	1,19%
	08:15	08:30	134	0	1	136	0,74%
	08:30	08:45	95	0	3	101	3,06%
	08:45	09:00	95	0	0	95	0,00%
	09:00	09:15	73	0	2	77	2,67%
	09:15	09:30	50	1	1	54	3,85%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:00	09:00	407	0	5	417	1,21%

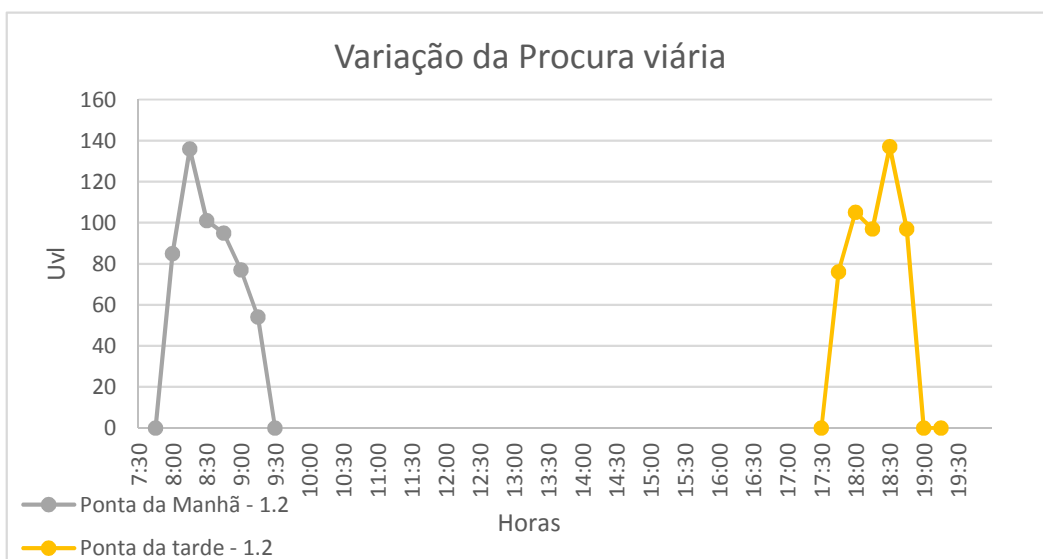
Volume: 417

Débito: 544

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	74	0	1	76	1,33%
	18:00	18:15	99	0	3	105	2,94%
	18:15	18:30	93	0	2	97	2,11%
	18:30	18:45	133	0	2	137	1,48%
	18:45	19:00	97	0	0	97	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	422	0	7	436	1,63%

Volume: 436

Débito: 548



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Azul

Movimento: 1.1

Data: 5 de Março

Operador: Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	9	0	0	9	0,00%
	08:15	08:30	15	0	0	15	0,00%
	08:30	08:45	5	0	0	5	0,00%
	08:45	09:00	6	0	0	6	0,00%
	09:00	09:15	13	0	0	13	0,00%
	09:15	09:30	5	0	0	5	0,00%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:15	09:15	39	0	0	39	0,00%

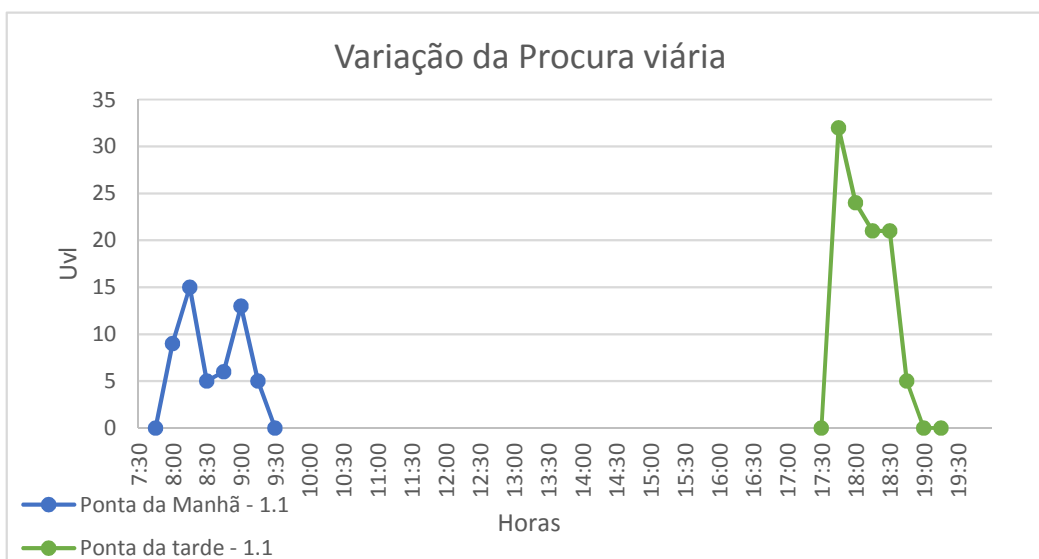
Volume: 39

Débito: 60

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	32	0	0	32	0,00%
	18:00	18:15	22	1	0	24	4,35%
	18:15	18:30	21	0	0	21	0,00%
	18:30	18:45	21	0	0	21	0,00%
	18:45	19:00	5	0	0	5	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	96	1	0	98	1,03%

Volume: 98

Débito: 128



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Movimento: 7

Data: 5 e 11 de Março

Operador: Bruno Cardoso/Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	92	2	0	96	2,13%
	08:45	09:00	53	1	0	55	1,85%
	09:00	09:15	54	0	0	54	0,00%
	09:15	09:30	51	0	0	51	0,00%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:30	09:30	250	3	0	256	1,19%

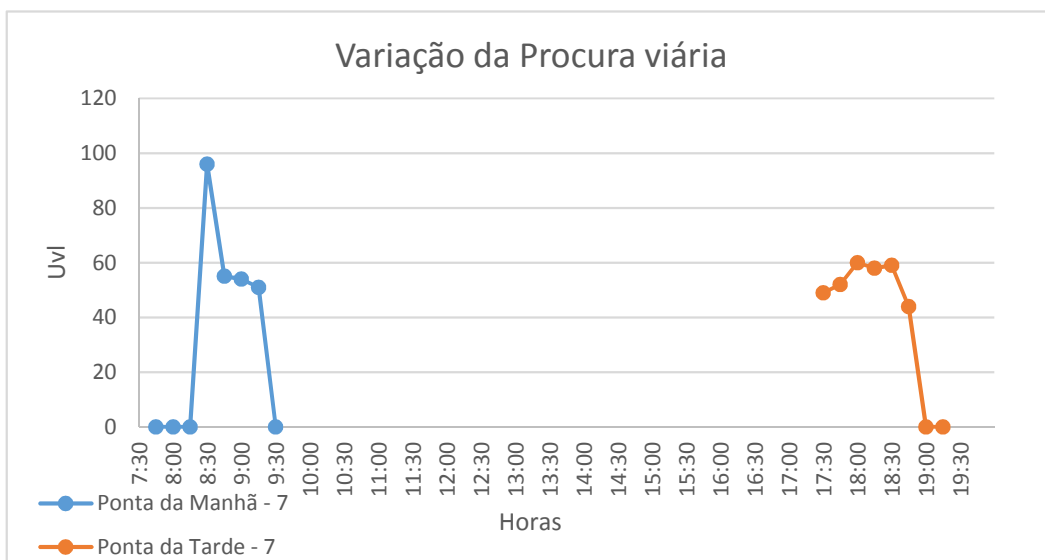
Volume: 256

Débito: 384

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45	47	1	0	49	2,08%
	17:45	18:00	50	1	0	52	1,96%
	18:00	18:15	60	0	0	60	0,00%
	18:15	18:30	58	0	0	58	0,00%
	18:30	18:45	59	0	0	59	0,00%
	18:45	19:00	44	0	0	44	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	227	1	0	229	0,44%

Volume: 229

Débito: 240



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Movimento: 6

Data: 5 e 11 de Março

Operador: Bruno Cardoso/Pedro Ferreira



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	388	8	4	412	3,00%
	08:45	09:00	319	7	3	339	3,04%
	09:00	09:15	349	7	7	377	3,86%
	09:15	09:30	329	5	3	345	2,37%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	1385	27	17	1473	3,08%

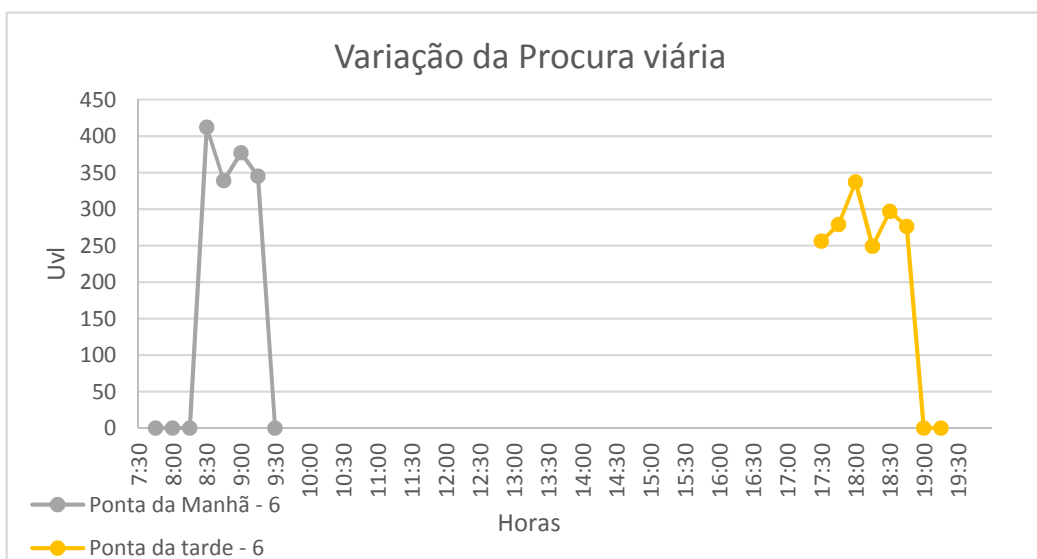
Volume: 1473

Débito: 1648

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45	242	3	4	256	2,81%
	17:45	18:00	265	0	7	279	2,57%
	18:00	18:15	321	2	6	337	2,43%
	18:15	18:30	241	0	4	249	1,63%
	18:30	18:45	287	0	5	297	1,71%
	18:45	19:00	268	1	3	276	1,47%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	1114	2	22	1162	2,11%

Volume: 1162

Débito: 1348



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Movimento: 0.2

Data: 5 e 11 de Março

Operador: Mónica Oliveira/Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	350	0	7	364	1,96%
	08:45	09:00	305	1	5	317	1,93%
	09:00	09:15	256	1	8	274	3,40%
	09:15	09:30	247	1	5	259	2,37%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:30	09:30	1158	3	25	1214	2,36%

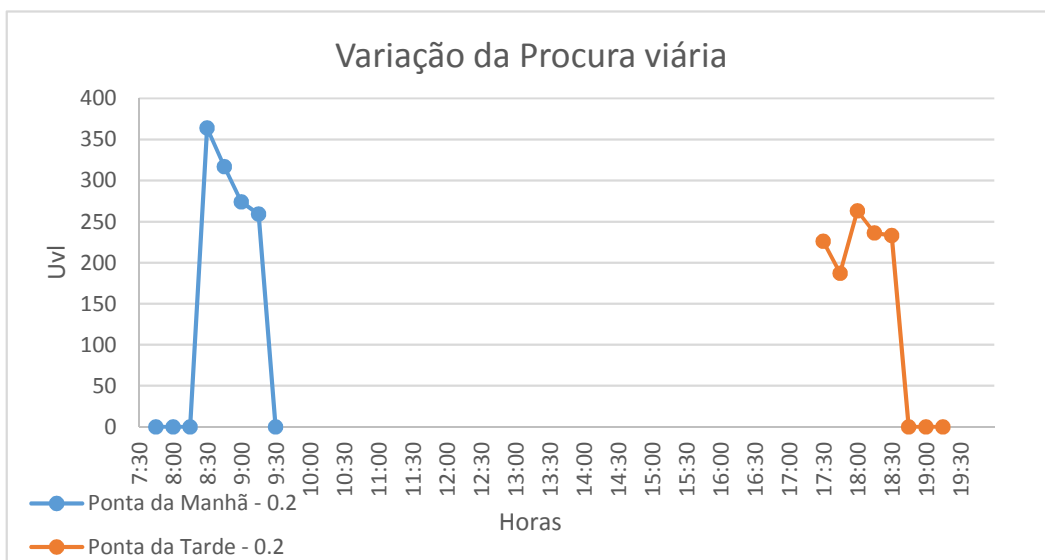
Volume: 1214

Débito: 1456

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45	218	0	4	226	1,80%
	17:45	18:00	175	0	6	187	3,31%
	18:00	18:15	253	1	4	263	1,94%
	18:15	18:30	228	0	4	236	1,72%
	18:30	18:45	225	0	4	233	1,75%
	18:45	19:00					
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	881	1	18	919	2,11%

Volume: 919

Débito: 1052



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Movimento: 0.1

Data: 5 e 11 de Março

Operador: Mónica Oliveira/Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	166	0	2	170	1,19%
	08:45	09:00	118	3	0	124	2,48%
	09:00	09:15	74	0	1	76	1,33%
	09:15	09:30	96	0	0	96	0,00%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	454	3	3	466	1,30%

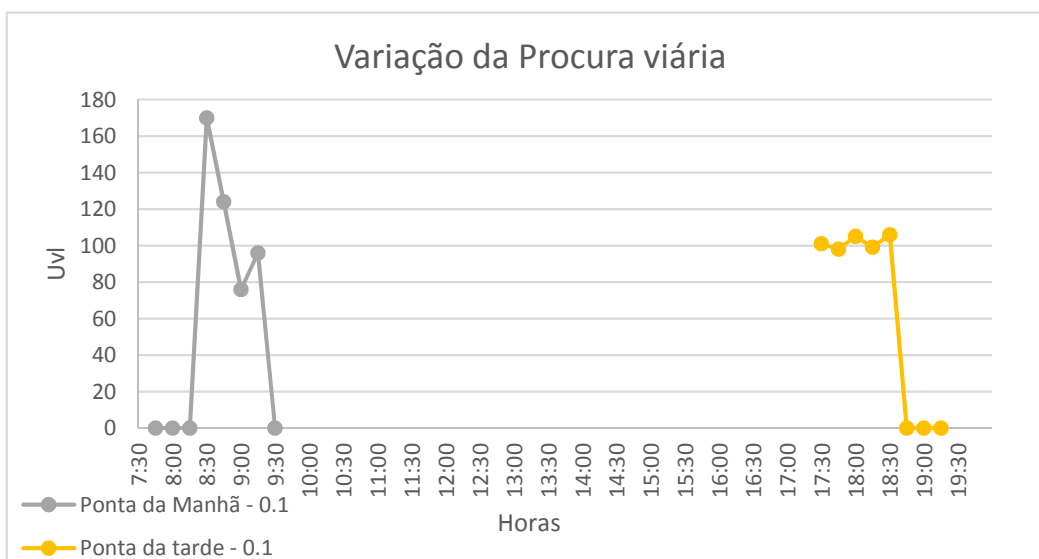
Volume: 466

Débito: 680

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45	97	1	1	101	2,02%
	17:45	18:00	98	0	0	98	0,00%
	18:00	18:15	101	0	2	105	1,94%
	18:15	18:30	99	0	0	99	0,00%
	18:30	18:45	104	0	1	106	0,95%
	18:45	19:00					
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	402	0	3	408	0,74%

Volume: 408

Débito: 424



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Movimento: 1.1

Data: 5 e 11 de Março

Operador: Mónica Oliveira/Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	22	0	0	22	0,00%
	08:45	09:00	15	0	0	15	0,00%
	09:00	09:15	24	0	0	24	0,00%
	09:15	09:30	33	0	0	33	0,00%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	94	0	0	94	0,00%

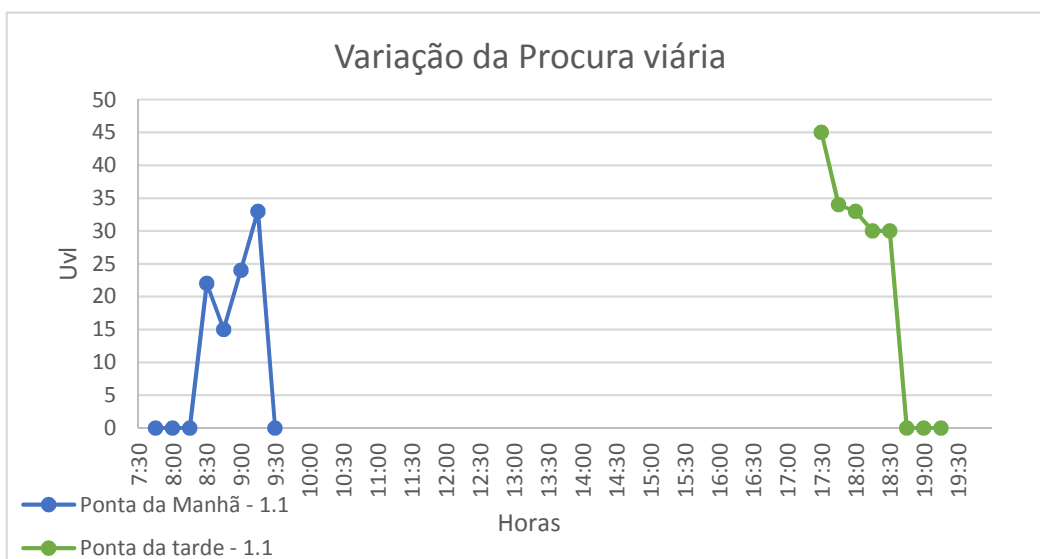
Volume: 94

Débito: 132

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45	45	0	0	45	0,00%
	17:45	18:00	34	0	0	34	0,00%
	18:00	18:15	33	0	0	33	0,00%
	18:15	18:30	30	0	0	30	0,00%
	18:30	18:45	30	0	0	30	0,00%
	18:45	19:00					
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:30	18:30	153	0	0	142	0,00%

Volume: 153

Débito: 180



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Movimento: 1.2

Data: 5 e 11 de Março

Operador: Mónica Oliveira/Bruno Eugénio



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	58	1	0	60	1,69%
	08:45	09:00	55	0	0	55	0,00%
	09:00	09:15	34	0	0	34	0,00%
	09:15	09:30	35	0	0	35	0,00%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	182	1	0	184	0,55%

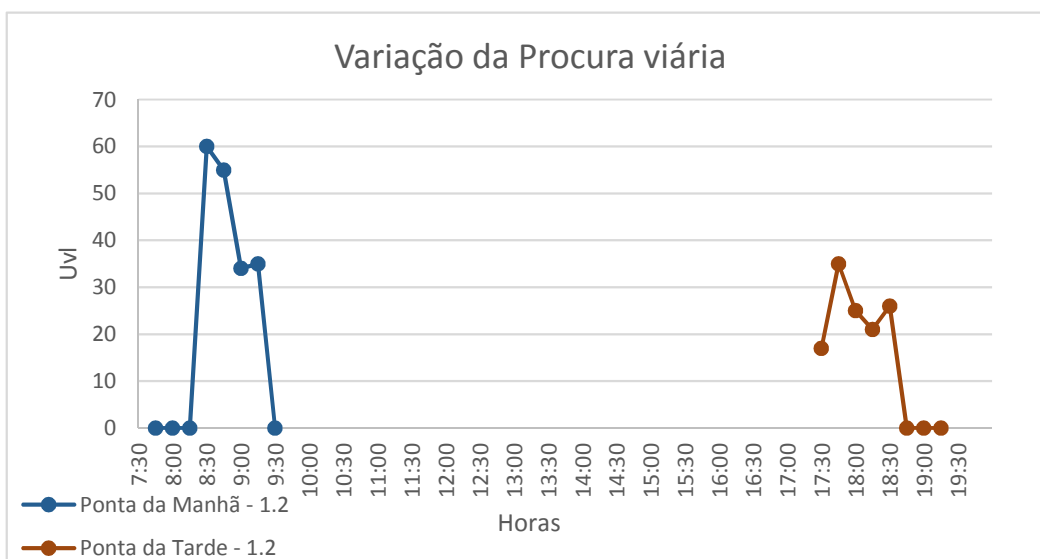
Volume: 184

Débito: 240

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45	17	0	0	17	0,00%
	17:45	18:00	35	0	0	35	0,00%
	18:00	18:15	25	0	0	25	0,00%
	18:15	18:30	21	0	0	21	0,00%
	18:30	18:45	26	0	0	26	0,00%
	18:45	19:00					
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	107	0	0	107	0,00%

Volume: 107

Débito: 140



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Movimento: 0.1

Data: 5 de Março

Operador: Tiago Ribeiro /João Costa



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	188	1	4	198	2,59%
	08:45	09:00	235	0	4	243	1,67%
	09:00	09:15	226	2	4	238	2,59%
	09:15	09:30	202	1	4	212	2,42%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:30	09:30	851	4	16	891	2,30%

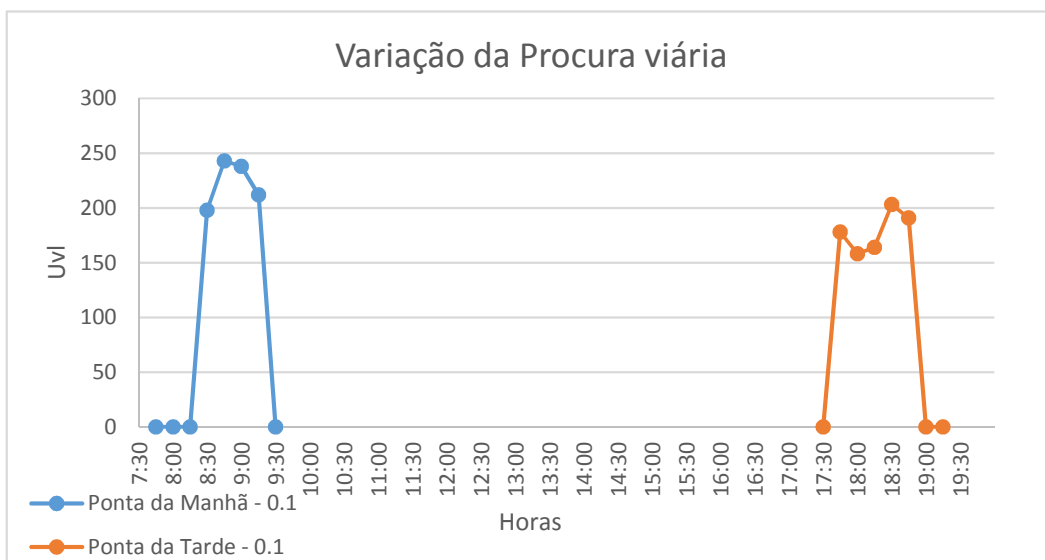
Volume: 891

Débito: 972

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	168	1	4	178	2,89%
	18:00	18:15	146	0	6	158	3,95%
	18:15	18:30	158	0	3	164	1,86%
	18:30	18:45	199	0	2	203	1,00%
	18:45	19:00	183	0	4	191	2,14%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	686	0	15	716	2,14%

Volume: 716

Débito: 812



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Movimento: 0.2

Data: 5 de Março

Operador: Tiago Ribeiro /João Costa



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	74	0	3	80	3,90%
	08:45	09:00	88	1	1	92	2,22%
	09:00	09:15	89	0	2	93	2,20%
	09:15	09:30	84	0	1	86	1,18%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	335	1	7	351	2,33%

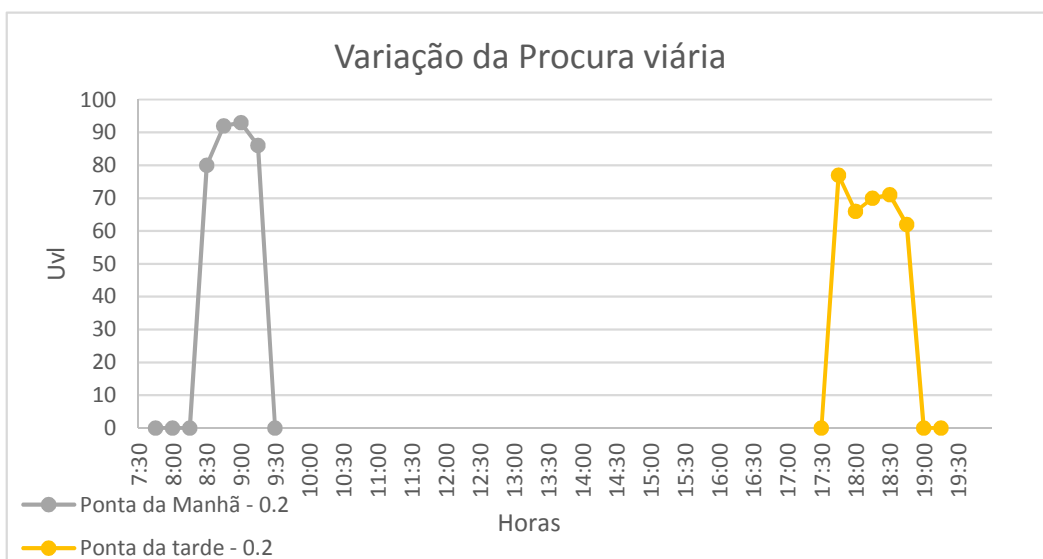
Volume: 351

Débito: 372

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	71	0	3	77	4,05%
	18:00	18:15	66	0	0	66	0,00%
	18:15	18:30	66	0	2	70	2,94%
	18:30	18:45	71	0	0	71	0,00%
	18:45	19:00	62	0	0	62	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
Hora de ponta							
	17:45	18:45	274	0	5	284	1,79%

Volume: 284

Débito: 308



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Movimento: 1.2

Data: 5 de Março

Operador: Tiago Ribeiro /João Costa



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	285	0	4	293	1,38%
	08:45	09:00	252	0	4	260	1,56%
	09:00	09:15	230	1	1	234	0,86%
	09:15	09:30	223	0	3	229	1,33%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	990	1	12	1016	1,30%

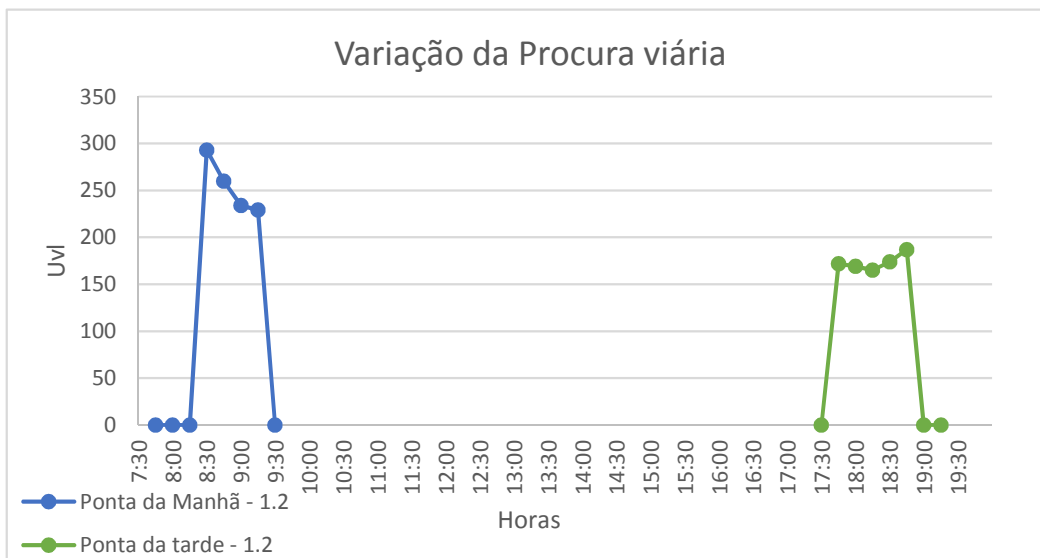
Volume: 1016

Débito: 1172

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	162	1	4	172	2,99%
	18:00	18:15	155	0	7	169	4,32%
	18:15	18:30	159	1	2	165	1,85%
	18:30	18:45	168	0	3	174	1,75%
	18:45	19:00	183	0	2	187	1,08%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
Hora de ponta							
	18:00	19:00	665	1	14	695	2,21%

Volume: 695

Débito: 748



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Movimento: 1.1

Data: 5 de Março

Operador: Tiago Ribeiro /João Costa



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	87	0	0	87	0,00%
	08:45	09:00	97	0	0	97	0,00%
	09:00	09:15	68	1	0	70	1,45%
	09:15	09:30	56	0	0	56	0,00%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	308	1	0	310	0,32%

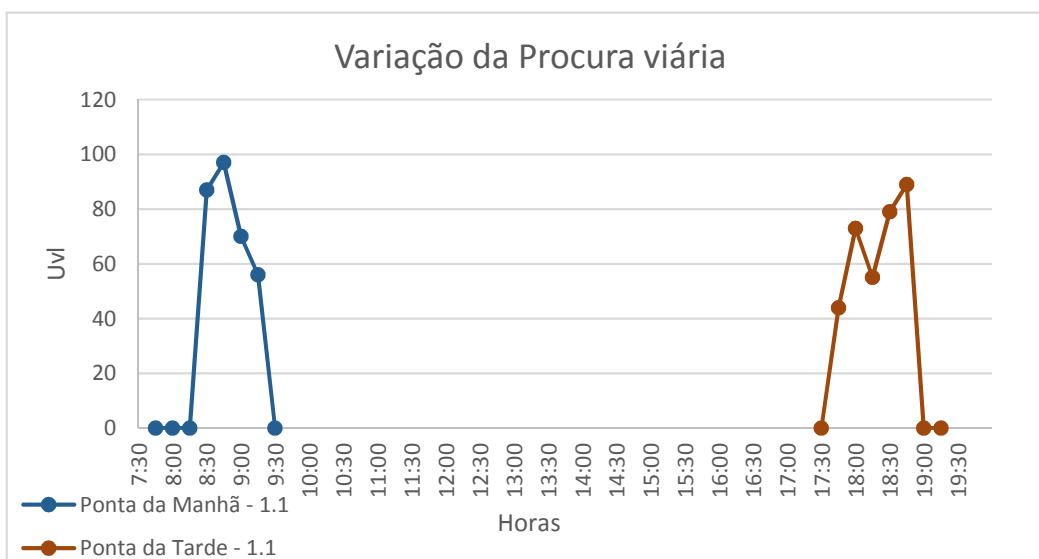
Volume: 310

Débito: 388

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	44	0	0	44	0,00%
	18:00	18:15	73	0	0	73	0,00%
	18:15	18:30	55	0	0	55	0,00%
	18:30	18:45	77	1	0	79	1,28%
	18:45	19:00	89	0	0	89	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	294	1	0	296	0,34%

Volume: 296

Débito: 356



Definição da Procura

Interseção: Constituição/ Antero Quental

Posto: Castanho

Movimento: 0.3

Data: 5 de Março

Operador: Fernando Ribeiro



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	51	0	0	51	0,00%
	08:15	08:30	44	0	0	44	0,00%
	08:30	08:45	51	0	0	51	0,00%
	08:45	09:00	46	0	0	46	0,00%
	09:00	09:15	33	0	0	33	0,00%
	09:15	09:30	37	0	0	37	0,00%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:00	09:00	192	0	0	192	0,00%

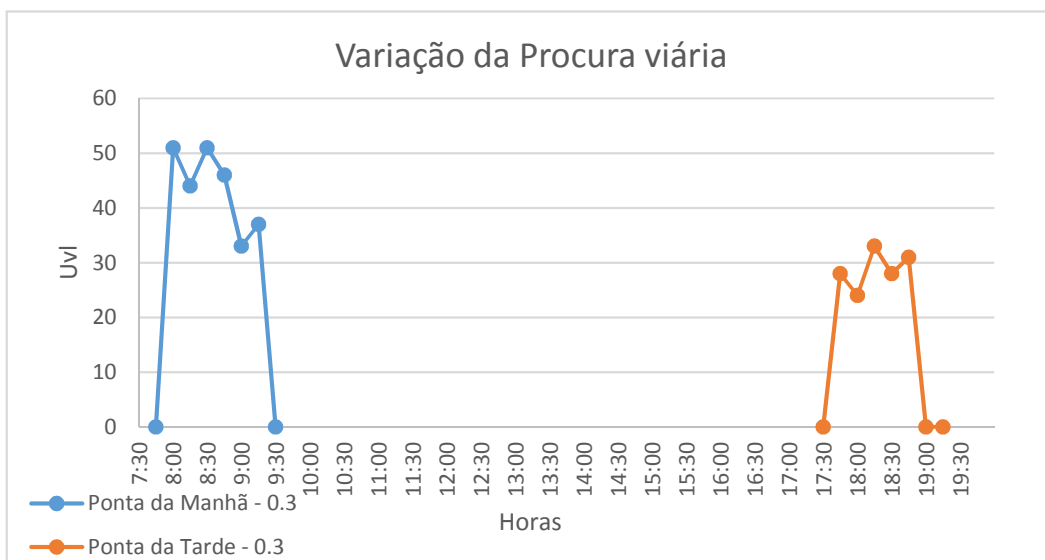
Volume: 192

Débito: 204

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	28	0	0	28	0,00%
	18:00	18:15	24	0	0	24	0,00%
	18:15	18:30	33	0	0	33	0,00%
	18:30	18:45	28	0	0	28	0,00%
	18:45	19:00	31	0	0	31	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	116	0	0	116	0,00%

Volume: 116

Débito: 132



Definição da Procura

Interseção: Constituição/ Antero Quental

Posto: Castanho

Movimento: 1.2

Data: 5 de Março

Operador: Fernando Ribeiro



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	111	2	5	125	5,93%
	08:15	08:30	129	0	3	135	2,27%
	08:30	08:45	134	3	4	148	4,96%
	08:45	09:00	100	2	4	112	5,66%
	09:00	09:15	94	1	3	102	4,08%
	09:15	09:30	117	0	7	131	5,65%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:00	09:00	474	7	16	520	4,63%

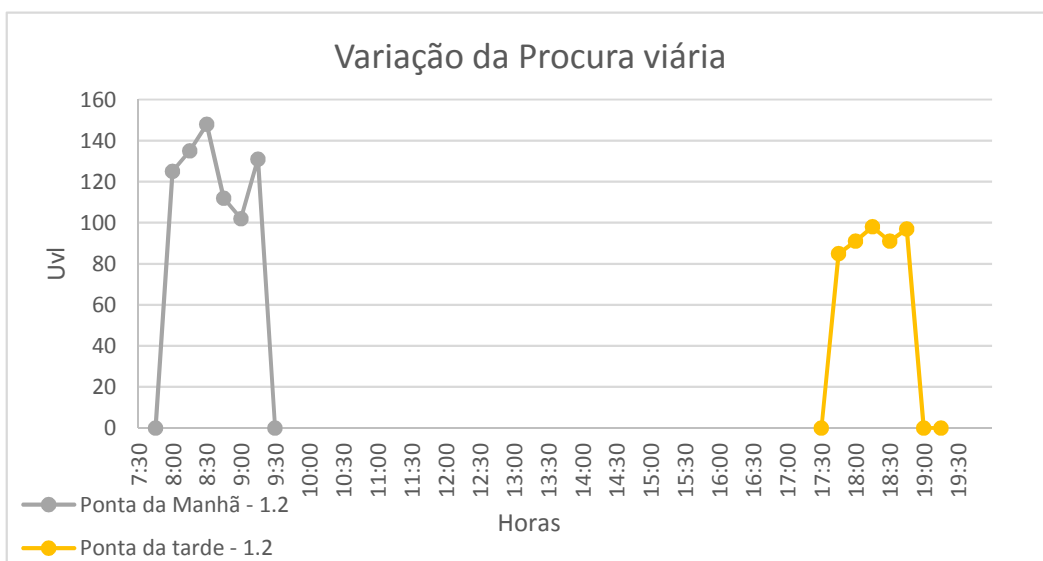
Volume: 520

Débito: 592

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	79	0	3	85	3,66%
	18:00	18:15	85	0	3	91	3,41%
	18:15	18:30	94	0	2	98	2,08%
	18:30	18:45	89	0	1	91	1,11%
	18:45	19:00	87	0	5	97	5,43%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
Hora de ponta							
	18:00	19:00	355	0	11	377	3,01%

Volume: 377

Débito: 392



Definição da Procura

Interseção: Constituição/ Antero Quental

Posto: Castanho

Movimento: 1.1

Data: 5 de Março

Operador: Fernando Ribeiro



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15	25	2	0	29	7,41%
	08:15	08:30	15	0	0	15	0,00%
	08:30	08:45	14	0	0	14	0,00%
	08:45	09:00	17	0	0	17	0,00%
	09:00	09:15	22	1	0	24	4,35%
	09:15	09:30	17	1	0	19	5,56%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:00	09:00	71	2	0	75	2,74%

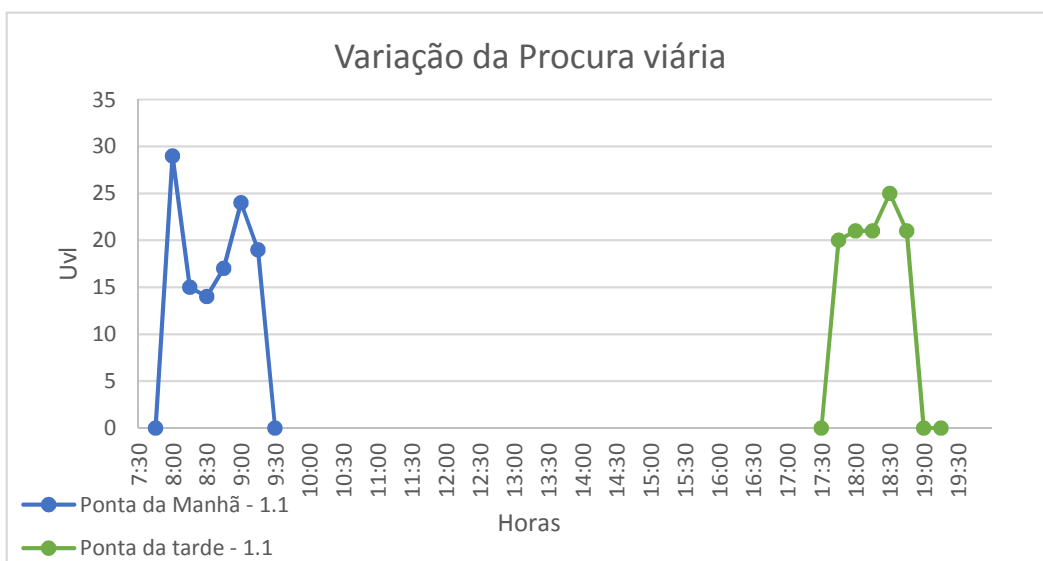
Volume: 75

Débito: 116

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	20	0	0	20	0,00%
	18:00	18:15	21	0	0	21	0,00%
	18:15	18:30	21	0	0	21	0,00%
	18:30	18:45	25	0	0	25	0,00%
	18:45	19:00	21	0	0	21	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	88	0	0	88	0,00%

Volume: 88

Débito: 100



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Movimento: 0.1

Data: 5 de Março

Operador: Albino Silva/Reis Pinto



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	37	1	1	41	5,13%
	08:45	09:00	28	0	1	30	3,45%
	09:00	09:15	29	1	1	33	6,45%
	09:15	09:30	24	0	0	24	0,00%
	09:30	09:45					
	Hora de ponta						
	08:30	09:30	118	2	3	128	4,07%

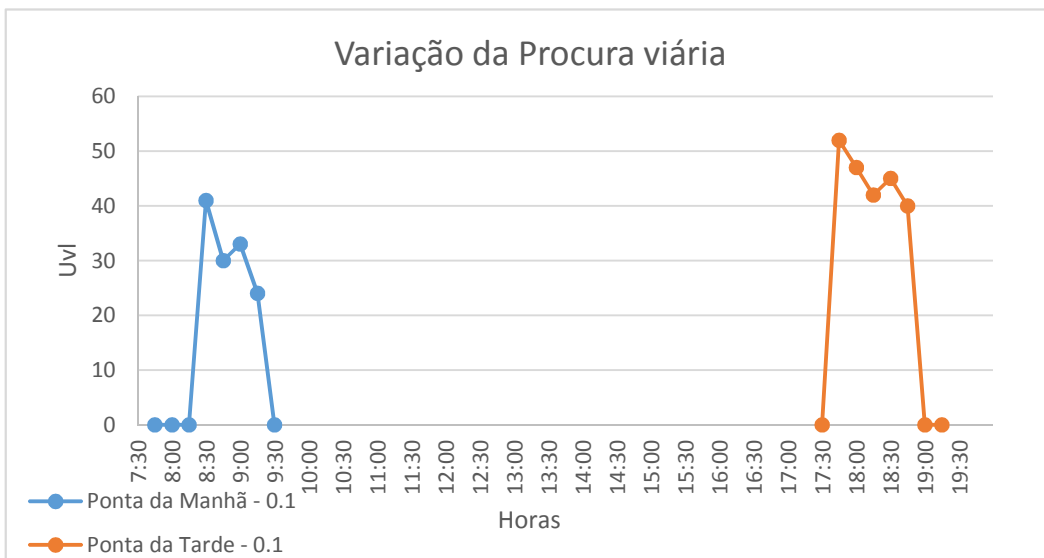
Volume: 128

Débito: 164

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	50	0	1	52	1,96%
	18:00	18:15	45	0	1	47	2,17%
	18:15	18:30	40	0	1	42	2,44%
	18:30	18:45	43	0	1	45	2,27%
	18:45	19:00	38	0	1	40	2,56%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	17:45	18:45	178	0	4	186	2,20%

Volume: 186

Débito: 208



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Movimento: 0.2

Data: 5 de Março

Operador: Albino Silva/Reis Pinto



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	225	0	1	227	0,44%
	08:45	09:00	208	1	3	216	1,89%
	09:00	09:15	215	2	5	229	3,15%
	09:15	09:30	214	1	4	224	2,28%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	862	4	13	896	1,93%

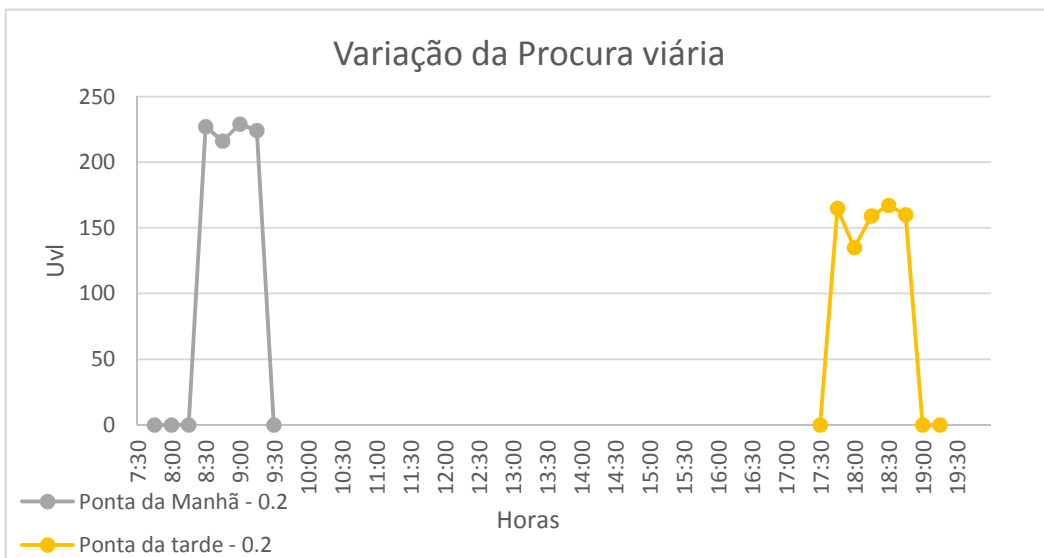
Volume: 896

Débito: 916

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (uvl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	157	0	4	165	2,48%
	18:00	18:15	129	0	3	135	2,27%
	18:15	18:30	153	0	3	159	1,92%
	18:30	18:45	161	0	3	167	1,83%
	18:45	19:00	154	0	3	160	1,91%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
Hora de ponta							
	17:45	18:45	600	0	13	626	2,12%

Volume: 626

Débito: 668



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Movimento: 2.1

Data: 5 de Março

Operador: Albino Silva/Reis Pinto



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	49	1	4	59	9,26%
	08:45	09:00	65	0	2	69	2,99%
	09:00	09:15	62	0	3	68	4,62%
	09:15	09:30	64	0	3	70	4,48%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	240	1	12	266	5,14%

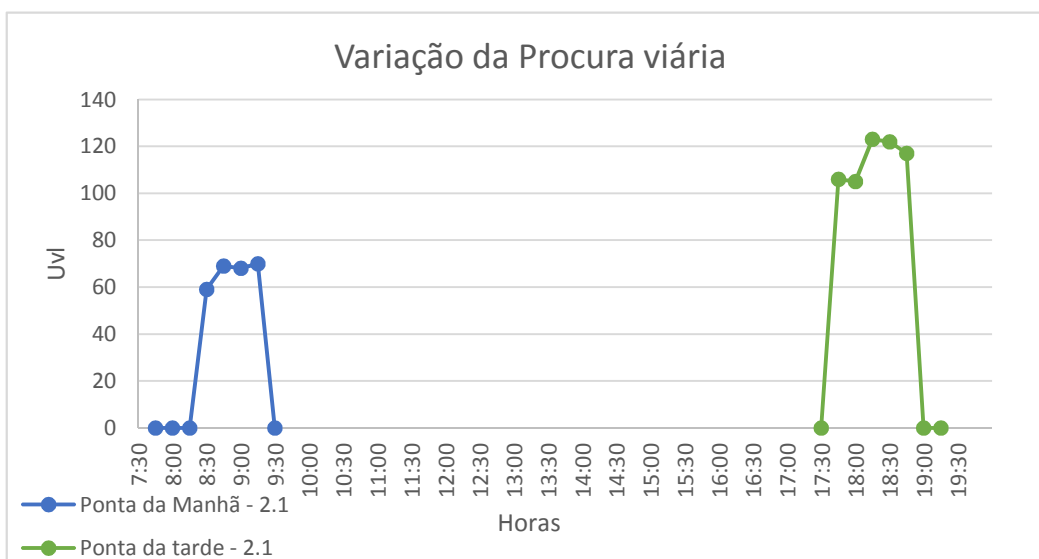
Volume: 266

Débito: 280

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	104	0	1	106	0,95%
	18:00	18:15	103	0	1	105	0,96%
	18:15	18:30	119	0	2	123	1,65%
	18:30	18:45	116	0	3	122	2,52%
	18:45	19:00	113	0	2	117	1,74%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
Hora de ponta							
	18:00	19:00	451	0	8	467	1,74%

Volume: 467

Débito: 492



Definição da Procura

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Movimento: 2.2

Data: 5 de Março

Operador: Albino Silva/Reis Pinto



Coeficientes de homogeneização:	Pesados :	2
	Autocarros:	2

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Manhã	07:45	08:00					
	08:00	08:15					
	08:15	08:30					
	08:30	08:45	30	0	1	32	3,23%
	08:45	09:00	20	0	0	20	0,00%
	09:00	09:15	24	0	0	24	0,00%
	09:15	09:30	25	1	0	27	3,85%
	09:30	09:45					
Hora de ponta							
	08:30	09:30	99	1	1	103	1,98%

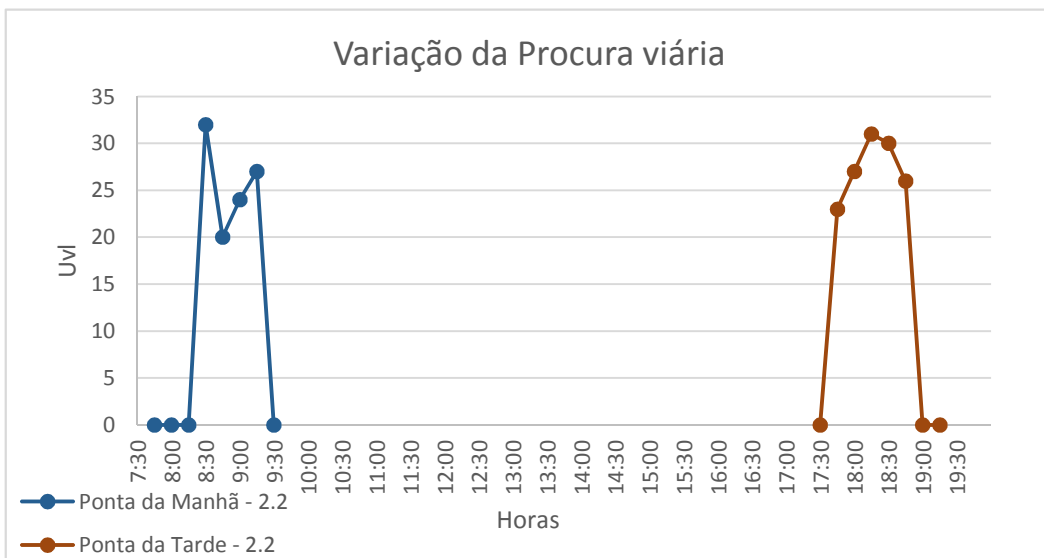
Volume: 103

Débito: 128

	Período		Ligeiros	Pesados	Autocarros	Total (u/vl)	Pesados (%)
	Início	Fim					
Tarde	17:30	17:45					
	17:45	18:00	23	0	0	23	0,00%
	18:00	18:15	27	0	0	27	0,00%
	18:15	18:30	31	0	0	31	0,00%
	18:30	18:45	30	0	0	30	0,00%
	18:45	19:00	26	0	0	26	0,00%
	19:00	19:15					
	19:15	19:30					
	Hora de ponta						
	18:00	19:00	114	0	0	114	0,00%

Volume: 114

Débito: 124



Determinação do Nível de serviço (Medição do débito de saturação)

1 – Escolha da zona a avaliar e caracterização das interseções centralizadas que serão alvo de estudo.

2 – Distinguir quais as correntes de tráfego/movimentos com autorização para avançar, em cada fase do ciclo.

3 – Realização de contagens de tráfego para definição da procura a que se encontra sujeita cada interseção (Impresso_Contagens). Para cada movimento identificado deve ser contabilizado o número de veículos que passam pela interseção, diferenciando-os por categoria, ligeiro, pesado e autocarro. Os observadores devem se dispor na interseção de modo a conseguir contar no máximo três movimentos por fase, por períodos de tempo de 15 minutos. Preencher a folha de cálculo Procura para obter volume/débito de tráfego.

4 – Medição do débito de saturação, que consiste em contagens de tráfego por ciclo para cada via. Esta medição exige dois observadores por via em que um contabiliza o tempo de verde e de passagem do último veículo pertencente à fila de espera e o outro o número de veículos diferenciados (ligeiro, pesados) que passam nesse tempo. Para movimentos com mais do que uma via, é possível apenas se contabilizar uma das vias onde o débito de saturação será multiplicado pelo número de vias.

O preenchimento da folha de contagens, Impresso_Débito_Saturação, divide a fase de verde por três períodos. O período inicial corresponde aos primeiros 10 segundos da fase, o período intermédio corresponde ao restante tempo de verde, por fim o período final que ocorre quando veículos atravessam a linha de paragem no amarelo ou vermelho. Os tempos são apontados em duas colunas onde o tempo saturado corresponde ao tempo até a passagem do último veículo da fila de espera e o tempo de verde corresponde ao tempo em que o sinal mostra a cor verde.

5 - Depois de conseguidos ambas as medições preencher a folha de cálculo, Nível_Serviço, com os dados resultantes de ambas as contagens, procura e débito de saturação. É necessário conhecer o tempo de ciclo aplicado no momento da medição do débito de saturação.

Medição do débito de saturação

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Corrente de tráfego 6

Operadores: Isabel Gomes/Pedro Ferreira

Data: 19 de Março

Hora de início: 8:35



Nº Ciclo	Período Inicial (uvl)	Período Intermédio (uvl)	Período final (uvl)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
1	9	30	0	64,12	64,12
2	11	30	0	59,69	63,58
3	7	39	0	62,77	62,77
4	10	28	2	65,92	65,92
5	4	28	1	65,87	65,87
6	12	34	0	78,88	78,88
7	7	23	1	67,23	67,23
8	6	26	2	67,01	67,01
9	10	22	0	62,16	62,16
10	11	25	0	56,27	75,26
11	10	26	3	67,27	67,27
12	8	17	0	43,75	64,02
13	7	19	0	38,98	64
14	10	20	0	48,32	71,43
15	2	15	0	35,85	75,06
16	5	21	0	41,37	64,52
17	3	24	0	55,16	76,4
18	6	16	0	39,67	64,33
19	3	24	0	53,77	67,54
20	4	23	0	46,74	60
21	8	20	0	38,41	60,92
22	5	25	0	68,96	70,39
23	2	25	1	75,08	71,89
24	7	27	0	63,4	68,29
25	4	19	0	47,65	73,82
26	4	12	0	37,53	69,98
27	3	35	0	78,99	78,99
28	4	21	0	62,98	71,42
29	5	13	0	31,3	63,2
30	10	13	0	31,3	63,2
31	6	9	0	37,9	67,13
Total	203	709	10	1694,3	2106,6
Amostra	31	31	6	31	31

		unidades
Débito saturação (s)	0,51	veic/s
Tempo perdido no arranque (tpa)	-2,79	s
Tempo adicional de passagem (tap)	3,25	s

Medição do débito de saturação

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Rosa

Corrente de tráfego 7

Operadores: Reis Pinto/Bruno Cardoso

Data: 19 de Março

Hora de início: 8:35



Nº Ciclo	Período Inicial (u/vl)	Período Intermédio (u/vl)	Período final (u/vl)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
1	4	6	0	29	29
2	4	6	0	27	27
3	5	7	1	26	26
4	5	5	1	27	27
5	5	6	2	28	28
6	4	0	0	9	15
7	5	6	0	20	26
8	5	8	1	29	29
9	5	5	0	23	25
10	5	0	0	10	14
11	4	7	2	28	28
12	5	4	0	19	28
13	6	4	0	16	25
14	3	2	0	19	19
15	5	0	0	10	15
16	5	5	0	23	26
17	1	0	0	5	13
18	4	7	2	29	29
19	3	3	0	18	23
20	5	5	0	17	24
21	4	3	0	16	23
22	4	3	0	15	16
23	4	1	0	10	16
24	5	4	0	14	22
25	4	0	0	10	16
26	5	2	0	13	20
27	6	0	0	10	15
28	5	0	0	10	14
29	4	5	0	20	26
30	3	2	0	14	21
31	2	0	0	10	14
32	4	0	0	5	13
Total	138	106	9	470	692
Amostra	22	22	6	22	32

		unidades
Débito saturação (s)	0,42	veic/s
Tempo perdido no arranque (tpa)	-4,79	s
Tempo adicional de passagem (tap)	3,54	s

Medição do débito de saturação

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Corrente de tráfego 6

Operadores: Albino Silva/Pedro Ferreira

Data: 16 de Abril

Hora de início: 8:20



Nº Ciclo	Período Inicial (u/vl)	Período Intermédio (u/vl)	Período final (u/vl)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
1	5	10	0	38	62
2	4	10	0	40	63
3	4	9	0	36	65
4	3	10	0	38	62
5	4	13	0	40	64
6	5	8	0	28	64
7	4	15	0	53	63
8	4	17	2	68	68
9	4	16	0	57	71
10	6	14	0	46	64
11	4	18	1	67	67
12	5	7	0	29	64
13	3	14	0	47	63
14	4	13	0	49	63
15	3	15	0	57	63
16	4	16	0	47	63
17	5	19	0	64	68
18	5	7	0	27	63
19	4	9	0	39	62
20	5	7	0	27	63
21	5	10	0	36	63
22	4	14	0	38	66
23	4	14	0	43	60
24	3	15	0	54	64
25	4	16	0	53	67
26	2	13	0	41	63
27	3	15	0	46	62
28	3	10	0	36	72
29	3	10	0	39	63
30	4	11	0	37	62
31	3	8	0	38	62
Total	123	383	3	1358	1989
Amostra	31	31	2	31	31

		unidades
Débito saturação (s)	0,37	veic/s
Tempo perdido no arranque (tpa)	-0,86	s
Tempo adicional de passagem (tap)	4,10	s

Medição do débito de saturação

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Corrente de tráfego 6

Operadores: Albino Silva/Pedro Ferreira

Data: 16 de Abril

Hora de início: 8:20

(teste)



Nº Ciclo	Período Inicial (u/vl)	Período Intermédio (u/vl)	Período final (u/vl)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
2	4	10	0	40	63
3	4	9	0	36	65
4	3	10	0	38	62
5	4	13	0	40	64
18	5	7	0	27	63
19	4	9	0	39	62
22	4	14	0	38	66
23	4	14	0	43	60
26	2	13	0	41	63
27	3	15	0	46	62
28	3	10	0	36	72
29	3	10	0	39	63
30	4	11	0	37	62
31	3	8	0	38	62
Total	50	153	0	538	889
Amostra	14	14	0	14	14

		unidades
Débito saturação (s)	0,38	veic/s
Tempo perdido no arranque (tpa)	0,71	s
Tempo adicional de passagem (tap)	0,00	s

Medição do débito de saturação

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Rosa

Corrente de tráfego 7

Operadores: António Ferreira/Bruno Cardoso

Data: 16 de Abril

Hora de início: 8:20



Nº Ciclo	Período Inicial (u/vl)	Período Intermédio (u/vl)	Período final (u/vl)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
1	4	6	1	28	28
2	3	6	1	27	27
3	4	2	2	20	20
4	3	7	2	28	26
5	3	7		26	26
6	3	6	1	27	27
7	4	6	1	28	28
8	4	4		23	26
9	4	3		20	26
10	4	3		18	25
11	3	5	1	29	29
12	5	6	3	29	29
13	3	5		25	25
14	3	7	2	28	28
15	4	3	1	27	27
16	3	5	2	28	28
17	4	3		22	22
18	4	5	1	28	28
19	3	3	1	23	23
20	4	2		12	20
21	4	3	2	28	25
22	4	5		26	26
23	3	8		26	26
24	3	2		19	19
25	3	4	2	29	25
26	3	4	1	25	25
27	4	2	1	18	18
28	4	4	1	26	26
29	3	5		24	24
30	3	2	1	17	17
Total	106	133	27	734	749
Amostra	30	30	19	30	30

		unidades
Débito saturação (s)	0,31	veic/s
Tempo perdido no arranque (tpa)	-1,53	s
Tempo adicional de passagem (tap)	4,64	s

Medição do débito de saturação

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Rosa

Corrente de tráfego 7

Operadores: António Ferreira/Bruno Cardoso

Data: 16 de Abril

Hora de início: 8:20

(teste)



Nº Ciclo	Período Inicial (u/vl)	Período Intermédio (u/vl)	Período final (u/vl)	Tempo de saturação (s)	Tempo de verde (s)
1	4	6	1	28	28
2	3	6	1	27	27
3	4	2	2	20	20
4	3	7	2	28	26
5	3	7		26	26
6	3	6	1	27	27
7	4	6	1	28	28
9	4	3		18	25
11	3	5	1	29	29
12	5	6	3	29	29
13	3	5		25	25
14	3	7	2	28	28
16	3	5	2	28	28
18	4	5	1	28	28
21	4	3	2	28	25
22	4	5		26	26
23	3	8		26	26
25	3	4	2	29	25
26	3	4	1	25	25
28	4	4	1	26	26
29	3	5		24	24
30	3	2	1	17	17
Total	76	111	24	570	568
Amostra	22	22	16	22	22

		unidades
Débito saturação (s)	0,32	veic/s
Tempo perdido no arranque (tpa)	-0,89	s
Tempo adicional de passagem (tap)	4,73	s

Determinação do Nível de serviço (Medição do tempo entre veículos)

- 1 – Escolha da zona a avaliar e caracterização das interseções centralizadas que serão alvo de estudo.
- 2 – Distinguir quais as correntes de tráfego/movimentos com autorização para avançar, em cada fase do ciclo.
- 3 – Realização de contagens de tráfego para definição da procura a que se encontra sujeita cada interseção (Impresso_Contagens). Para cada movimento identificado deve ser contabilizado o número de veículos que passam pela interseção, diferenciando-os por categoria, ligeiro, pesado e autocarro. Os observadores devem se dispor na interseção de modo a conseguir contar no máximo três movimentos por fase, por períodos de tempo de 15 minutos. Preencher a folha de cálculo Procura para obter volume/débito de tráfego.
- 4 – O tempo entre veículos é medido para cada via, recorrendo à folha Impresso_Tempo. São necessárias duas pessoas por via: um cronometrista que contabiliza o tempo de passagem do quarto e último veículo pertencentes à fila de espera bem como o tempo de verde, um observador que aponta os valores ditados pelo cronometrista e determina qual o último veículo pertencente à fila identificando-o ao cronometrista.
- 5 - Depois de conseguidos ambas as medições preencher a folha de cálculo, Nível_Serviço, com os dados resultantes de ambas as contagens, procura e débito de saturação. É necessário conhecer o tempo de ciclo aplicado no momento da medição do tempo entre veículos.

Método do observador móvel I

1 – Escolha da zona a avaliar e caracterização das interseções centralizadas que serão alvo de estudo. A seleção das interseções deverá corresponder a um circuito que melhor define a zona ou a sua função face à realidade da cidade, respondendo à seguinte questão: Que destino/percurso os utentes utilizam enquanto circulam nesta zona?

2 – No caso de a geometria da seção da faixa de rodagem se alterar ao longo do percurso este deve ser dividido por troços que compreendem essas alterações. Esta divisão permite posteriormente conhecer zonas mais críticas dentro do percurso que pode permitir o levantamento de problemas existentes.

3 – Este método consiste na utilização de um veículos-teste que percorre o percurso definido e por cada troço é determinado por um operador o tempo que demora a percorrer esse troço (t_w) e por outro operador é contabilizado o número de carros que são ultrapassados (n_s) e que se ultrapassam (n_f). Quando se realiza o retorno é contabilizado o tempo de percurso no sentido de volta (t_a) e o número de veículos que se cruzam no sentido oposto (n_a). Utilizar o impresso Veículo1.

4 – Após o ensaio, preencher a folha de cálculo Método_observador_móvel, separador Método 1.

5 – No caso de no percurso não existir sentido contrário, o impresso para o ensaio será o Veículo2 e a folha de cálculo será método1 (sentido único). A única diferença é que não se faz o sentido contrário, porque não é possível. Para colmatar esta limitação faz-se um outro conjunto de corridas a uma velocidade diferente do conjunto inicial. Devem ser a velocidades distintas, um conjunto de voltas a uma velocidade mais elevada que o outro.

Estudo da zona da constituição

Condutor: Paulo Morais
Operador: Pedro Ferreira

Método do observador móvel I



Data: 12 de Março

Hora de início: 17:30

troço	início	fim	Corrida: Extensão (m)	Volta Lenta																	
				1			2			3			4			5			6		
				nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)
0	0	1	110	0	0	15,81	0	1	14,42	0	2	32,47	0	0	31,67						
1	1	2	130	1	0	16,75	0	1	16,99	0	10	144,91	0	5	183,03						
2	5	3	200	5	0	49,43	0	3	146,29	0	3	123,84	0	0	94,58						
3	0	4	160	0	3	211,8	2	0	39,46	0	0	36,73	0	3	16,3						
4	0	5	100	0	0	18,48	2	0	23,74	0	0	23,2	2	0	81,53						
5	0	6	160	0	0	47,8	0	0	56,31	0	0	40,85	1	3	35,94						
6	2	7	190	2	0	86,07	0	0	32,1	0	0	1,08	0	0	23,25						
7	2	8	200	2	0	62,76	0	0	29,33	0	0	68,17	0	0	7,16						
8	0	9	80	0	1	19,04	0	0	8,62	0	0	8,5	1	0	74,69						
9	0	0	140	0	0	58,62	0	6	24,14	4	7	207,31	11	0	5,53						

troço	início	fim	Corrida: Extensão (m)	Volta Rápida																	
				1			2			3			4			5			6		
				nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)
0	0	1	110	0	2	16,65	2	0	45,9	0	0										
1	2	2	130	2	3	27,33	4	0	25,32	0	7								51,82		
2	0	3	200	0	2	81,99	1	0	31,33	0	0										
3	2	4	160	2	1	89,16	10	0	95,85	0	7								63,48		
4	0	5	100	0	2	23,16	0	0	12	0	0	10,03							101		
5	0	6	160	0	6	82,53	2	3	83,08	4	0	98,6							80		
6	0	7	190	0	0	41,45	0	2	39,58	0	2	110,03							89,36		
7	0	8	200	0	2	32,34	0	0	28,58	0	5	20,43							53,01		
8	0	9	80	0	0		0	0	5,16	0	1	7,59							72,89		
9	4	0	140	4	0	23,24	2	3		0	4	18,56							12,2		

Estudo da zona da constituição

Condutor: Reis Pinto

Operador: Bruno Cardoso

Operador: Pedro Ferreira

Método do observador móvel I



Data: 17 de Março

Hora de início: 8:30

troço		Corrida:		Velocida Lenta																			
início	fim	Extensão (m)		1			2			3			4			5			6				
		nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	
0	1	1	2	110	19,73	0	2	49,74	0	0	83,77	0	3	60,4	0	6	32,63	0	1	40,9			
1	2	0	1	130	15,11	1	0	87,15	0	0	43,55	7	0	27,44	0	4	67,63	4	1	69,89			
2	3	0	3	200	83,06	2	0	37,38	0	2	66,56	0	0	16,28	7	4	19,56	0	10	22,91			
3	4	1	5	160	99,08	0	2	80,98	1	3	18,96	3	2	34,45	0	0	16,34	0	8	17,1			
4	5	2	0	100	43,19	0	2	30,87	0	0	17,39	2	0	58,5	1	0	48,48	0	1	43,75			
5	6	1	1	160	72,58	0	2	50,96	0	2	92,85	0	12	13,52	0	3	15,44	0	3	13,76			
6	7	0	4	190	31,11	0	0	50,01	0	5	66,52	0	0	60,58	0	1	72,47	2	0	10,28			
7	8	0	16	200	65,28	0	7	24,69	0	1	101,71	1	12	141,17	0	0	34,1	1	0	67,87			
8	0	0	2	220	43,31	0	6	137,74	0	1	100,22	1	1	79,41	0	1	86,17	0	1	89,39			

Hora de início: 9:09

troço		Corrida:		Velocida Rápida																			
início	fim	Extensão (m)		1			2			3			4			5			6				
		nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	nf	ns	tw (s)	
0	1	0	1	110	37,76	1	0	32,07	0	2	29,32	0	1	29,52	0	1	16,03	-	-	-			
1	2	0	0	130	69,18	0	1	20,27	0	1	14,86	1	0	32,3	0	0	58,95	-	-	-			
2	3	2	2	200	20,26	0	1	64,91	0	5	65,81	2	0	55,48	1	4	17,26	-	-	-			
3	4	0	1	160	19,9	0	5	20,23	0	4	18,52	0	0	25,18	0	1	14,1	-	-	-			
4	5	1	0	100	12,02	2	3	21,96	0	0	27	0	0	12,79	0	0	54,19	-	-	-			
5	6	1	4	160	27,66	0	16	39,41	0	11	40,51	0	2	52,82	1	4	14,1	-	-	-			
6	7	0	1	190	21,35	0	0	17,79	0	3	18,5	0	0	29,94	0	1	15,78	-	-	-			
7	8	1	0	200	10,51	0	0	11,15	0	0	10,65	0	0	71,39	0	0	69,43	-	-	-			
8	0	0	5	220	50,77	0	1	70,79	0	0	69,18	0	2	28,13	0	2	40,99	-	-	-			

Determinação do nível de serviço pelo atraso médio por veículo

- 1 – Escolha da zona a avaliar e caracterização das interseções centralizadas que serão alvo de estudo.
- 2 – Distinguir quais as correntes de tráfego com autorização para avançar, em cada fase do ciclo.
- 3 – Realização de contagens de tráfego para definição da procura a que se encontra sujeita cada interseção (Impresso_Contagens). Para cada movimento identificado deve ser contabilizado o número de veículos que passam pela interseção, diferenciando-os por categoria, ligeiro, pesado e autocarro. Os observadores devem se dispor na interseção de modo a conseguir contar no máximo três movimentos por fase, por períodos de tempo de 15 minutos.
- 4 – Em simultâneo, outro observador, contabiliza para cada grupo semafórico, o número de veículos parados, em intervalos de tempo de 20 segundos (Impresso_Atraso). Se necessário para mobilizar menos recursos, é possível executar num outro dia, desde que tenha características idênticas (mesmo dia da semana, sem eventos que alterem a circulação da cidade) para a contabilização dos veículos parados.
- 5 – Depois de definido o volume de tráfego e o número total de veículos parados é possível determinar o atraso médio por veículo preenchendo a folha de cálculo Nível_Serviço_Atraso.

Nota: O ponto 4 é possível de aplicar a cada corrente de tráfego, no entanto exige mais pessoas para o fazer. Como para um grupo semafórico todas as correntes ficam afetadas da mesma forma pelo ciclo, é suficiente para caracterizar a interseção.

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	9	0	0	09:00	6	0	8	23
08:31	11	13	0	09:01	16	16	6	62
08:32	0	14	15	09:02	0	0	13	42
08:33	15	5	0	09:03	13	2	0	35
08:34	16	16	17	09:04	0	15	17	81
08:35	7	0	18	09:05	0	0	10	35
08:36	17	18	18	09:06	15	17	0	85
08:37	0	0	13	09:07	0	3	11	27
08:38	14	6	0	09:08	14	2	0	36
08:39	12	16	16	09:09	8	15	16	83
08:40	5	0	14	09:10	2	0	7	28
08:41	14	15	4	09:11	16	19	0	68
08:42	0	12	17	09:12	0	11	18	58
08:43	17	0	0	09:13	19	0	0	36
08:44	5	16	16	09:14	0	7	12	56
08:45	6	0	14	09:15	4	0	6	30
08:46	14	14	0	09:16	8	10	2	48
08:47	0	10	14	09:17	0	0	7	31
08:48	16	6	0	09:18	15	0	0	37
08:49	4	16	16	09:19	7	16	16	75
08:50	2	0	0	09:20	0	0	7	9
08:51	9	15	0	09:21	8	10	0	42
08:52	0	1	12	09:22	1	11	15	40
08:53	14	14	3	09:23	4	0	3	38
08:54	2	13	13	09:24	16	18	4	66
08:55	4	0	3	09:25	0	0	18	25
08:56	17	17	0	09:26	18	19	0	71
08:57	0	5	18	09:27	0	12	14	49
08:58	20	4	16	09:28	14	0	0	54
08:59	16	16	16	09:29	11	12	3	74
Total:								1444

Volume de tráfego: 1416

Atraso (s)	Nível de serviço
21	C

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Cinzento

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 2

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: Isabel Gomes



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	4	0	0	09:00	0	0	0	4
08:31	1	0	0	09:01	0	0	0	1
08:32	1	1	1	09:02	2	2	2	9
08:33	1	0	0	09:03	2	2	0	5
08:34	0	0	0	09:04	0	0	0	0
08:35	0	1	0	09:05	1	0	0	2
08:36	4	0	0	09:06	0	1	0	5
08:37	0	0	1	09:07	1	1	1	4
08:38	1	0	0	09:08	0	0	2	3
08:39	0	2	2	09:09	1	1	1	7
08:40	2	0	0	09:10	1	0	0	3
08:41	0	2	2	09:11	3	4	0	11
08:42	0	0	1	09:12	0	0	0	1
08:43	1	1	2	09:13	0	0	0	4
08:44	3	3	3	09:14	0	0	1	10
08:45	0	0	0	09:15	3	2	2	7
08:46	0	0	0	09:16	1	3	3	7
08:47	0	0	0	09:17	0	0	0	0
08:48	0	0	0	09:18	0	0	1	1
08:49	0	1	1	09:19	1	1	1	5
08:50	1	0	2	09:20	0	0	0	3
08:51	2	2	2	09:21	1	4	0	11
08:52	2	2	2	09:22	3	4	4	17
08:53	4	8	0	09:23	0	4	4	20
08:54	0	0	0	09:24	6	8	8	22
08:55	0	0	0	09:25	5	5	5	15
08:56	0	0	0	09:26	5	6	0	11
08:57	0	0	2	09:27	0	0	0	2
08:58	2	2	4	09:28	0	0	0	8
08:59	5	5	5	09:29	0	0	0	15
Total:								213

Volume de tráfego: 81

Atraso (s)	Nível de serviço
53	D

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Azul

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: Bruno Eugénio



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	17	0	0	09:00	2	3	0	22	
08:31	14	17	20	09:01	0	0	0	51	
08:32	0	0	6	09:02	7	9	0	22	
08:33	11	30	0	09:03	0	4	5	50	
08:34	0	13	15	09:04	7	0	1	36	
08:35	15	0	0	09:05	4	8	9	36	
08:36	5	8	9	09:06	0	0	0	22	
08:37	0	0	3	09:07	2	3	0	8	
08:38	4	8	0	09:08	0	3	5	20	
08:39	0	2	6	00:00	5	0	0	13	
08:40	5	0	0	09:10	0	6	7	18	
08:41	3	3	3	09:11	0	1	1	11	
08:42	0	1	6	09:12	5	0	0	12	
08:43	6	0	4	09:13	1	7	9	27	
08:44	4	7	9	09:14	10	6	0	36	
08:45				09:15					
08:46				09:16					
08:47				09:17					
08:48				09:18					
08:49				09:19					
08:50				09:20					
08:51				09:21					
08:52				09:22					
08:53				09:23					
08:54				09:24					
08:55				09:25					
08:56				09:26					
08:57				09:27					
08:58				09:28					
08:59				09:29					
								Total:	384

Volume de tráfego: 218

Atraso (s)	Nível de serviço
36	D

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 6

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: Albino Silva



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30				09:00	1	2	13	16	
08:31				09:01	16	3	3	22	
08:32				09:02	2	10	12	24	
08:33				09:03	10	5	0	15	
08:34				09:04	16	10	8	34	
08:35				09:05	0	7	12	19	
08:36				09:06	11	9	2	22	
08:37				09:07	7	12	16	35	
08:38				09:08	3	3	5	11	
08:39				09:09	15	11	1	27	
08:40				09:10	3	3	14	20	
08:41				09:11	15	5	1	21	
08:42				09:12	4	15	8	27	
08:43				09:13	2	0	7	9	
08:44				09:14	15	15	11	41	
08:45	5	5	11	09:15	6	1	13	41	
08:46	10	2	0	09:16	10	9	0	31	
08:47	9	7	10	09:17	2	10	10	48	
08:48	12	7	0	09:18	11	2	3	35	
08:49	10	15	7	09:19	16	7	9	64	
08:50	3	3	11	09:20	0	7	9	33	
08:51	14	8	6	09:21	12	5	0	45	
08:52	4	17	8	09:22	5	10	3	47	
08:53	7	6	4	09:23	2	7	10	36	
08:54	5	12	5	09:24	9	9	2	42	
08:55	5	2	15	09:25	5	13	2	42	
08:56	13	6	3	09:26	6	6	4	38	
08:57	5	14	13	09:27	5	13	15	65	
08:58	7	6	1	09:28	6	1	4	25	
08:59	11	6	6	09:29	14	12	3	52	
								Total:	987

Volume de tráfego: 1061

Atraso (s)	Nível de serviço
19	B

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Rosa

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 7

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: António Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	5	8	11	09:00	3	9	10	46
08:31	12	6	0	09:01	13	7	4	42
08:32	1	2	5	09:02	4	4	2	18
08:33	6	4	5	09:03	2	2	4	23
08:34	9	11	5	09:04	5	5	4	39
08:35	0	0	0	09:05	7	7	8	22
08:36	4	6	3	09:06	10	7	3	33
08:37	5	7	9	09:07	4	5	5	35
08:38	12	4	4	09:08	1	2	5	28
08:39	8	11	11	09:09	5	6	3	44
08:40	6	7	8	09:10	2	4	4	31
08:41	9	8	2	09:11	4	6	3	32
08:42	4	8	11	09:12	4	4	5	36
08:43	9	3	4	09:13	0	1	4	21
08:44	4	4	0	09:14	5	6	5	24
08:45	4	4	10	09:15	2	3	4	27
08:46	12	8	4	09:16	4	4	3	35
08:47	7	9	9	09:17	5	5	5	40
08:48	7	5	9	09:18	2	2	2	27
08:49	8	10	6	09:19	5	5	4	38
08:50	2	4	4	09:20	3	8	10	31
08:51	2	2	6	09:21	10	8	8	36
08:52	7	9	9	09:22	10	10	10	55
08:53	7	10	2	09:23	5	5	8	37
08:54	2	6	7	09:24	8	11	10	44
08:55	4	4	9	09:25	4	4	4	29
08:56	8	7	0	09:26	4	0	3	22
08:57	1	1	1	09:27	3	4	4	14
08:58	2	3	3	09:28	0	3	3	14
08:59	6	7	4	09:29	4	4	2	27
Total:								950

Volume de tráfego: 256

Atraso (s)	Nível de serviço
75	E

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 28 de Abril de 2015

Operador: Reis Pinto



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	15	0	0	09:00	0	0	0	15
08:31	0	4	8	09:01	14	20	0	46
08:32	0	0	0	09:02	0	8	14	22
08:33	15	0	0	09:03	20	0	0	35
08:34	0	0	8	09:04	0	18	22	48
08:35	0	0	0	09:05	0	0	0	0
08:36	0	7	15	09:06	0	18	0	40
08:37	0	0	0	09:07	0	8	10	18
08:38	13	18	0	09:08	22	0	12	65
08:39	4	0	15	09:09	18	0	16	53
08:40	0	0	0	09:10	0	0	18	18
08:41	0	17	0	09:11	22	28	0	67
08:42	5	0	15	09:12	0	8	14	42
08:43	0	12	0	09:13	23	0	0	35
08:44	6	6	12	09:14	8	18	24	74
08:45	0	6	0	09:15	0	0	0	6
08:46	15	18	0	09:16	6	14	0	53
08:47	12	10	16	09:17	0	10	0	48
08:48	22	0	0	09:18	16	0	0	38
08:49	0	15	18	09:19	10	0	16	59
08:50	0	0	10	09:20	0	0	12	22
08:51	8	22	0	09:21	14	14	0	58
08:52	0	0	12	09:22	0	8	12	32
08:53	18	0	0	09:23	16	0	0	34
08:54	0	0	16	09:24	6	0	18	40
08:55	2	0	0	09:25	0	0	0	2
08:56	8	14	22	09:26	8	18	0	70
08:57	0	0	10	09:27	0	8	0	18
08:58	18	24	0	09:28	12	0	0	54
08:59	0	10	20	09:29	0	8	0	38
Total:								1150

Volume de tráfego: 1680

Atraso (s)	Nível de serviço
14	B

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Preto

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 28 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	5	6	0	09:00	2	2	0	15	
08:31	2	2	4	09:01	2	2	3	15	
08:32	4	0	0	09:02	3	0	6	13	
08:33	0	1	1	09:03	6	6	6	20	
08:34	0	0	3	09:04	0	2	4	9	
08:35	5	6	0	09:05	7	7	0	25	
08:36	5	0	1	09:06	2	2	3	13	
08:37	5	0	1	09:07	3	0	1	10	
08:38	3	4	5	09:08	1	2	2	17	
08:39	0	1	2	09:09	0	3	4	10	
08:40	3	3	0	09:10	5	6	0	17	
08:41	1	6	7	09:11	0	3	5	22	
08:42	7	0	5	09:12	5	0	4	21	
08:43	5	6	6	09:13	4	6	7	34	
08:44	0	5	6	09:14	0	1	1	13	
08:45	7	7	0	09:15	2	3	0	19	
08:46	7	7	7	09:16	3	4	4	32	
08:47	7	0	4	09:17	4	0	0	15	
08:48	6	7	7	09:18	0	2	3	25	
08:49	0	2	2	09:19	0	2	2	8	
08:50	2	3	0	09:20	3	4	0	12	
08:51	1	1	3	09:21	1	5	6	17	
08:52	3	0	0	09:22	6	0	6	15	
08:53	1	2	2	09:23	6	6	6	23	
08:54	0	5	5	09:24	0	2	2	14	
08:55	7	7	0	09:25	3	4	2	23	
08:56	4	7	7	09:26	1	1	1	21	
08:57	7	0	1	09:27	1	0	3	12	
08:58	7	7	7	09:28	3	7	7	38	
08:59	0	0	1	09:29	0	1	2	4	
								Total:	532

Volume de tráfego: 268

Atraso (s)	Nível de serviço
40	D

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 29 de Abril de 2015

Operador: João Sousa



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	0	4	5	09:00	0	0	2	11	
08:31	8	8	0	09:01	11	11	4	42	
08:32	10	0	0	09:02	0	0	9	19	
08:33	5	8	9	09:03	11	10	0	43	
08:34	0	4	12	09:04	0	9	8	33	
08:35	12	3	0	09:05	0	0	5	20	
08:36	0	9	12	09:06	8	11	11	51	
08:37	0	2	7	09:07	0	6	10	25	
08:38	11	0	0	09:08	11	11	0	33	
08:39	0	7	10	09:09	3	8	11	39	
08:40	10	0	0	09:10	4	0	0	14	
08:41	9	12	0	09:11	9	12	0	42	
08:42	3	5	9	09:12	2	4	7	30	
08:43	12	6	0	09:13	11	3	2	34	
08:44	11	12	12	09:14	4	8	10	57	
08:45	10	3	6	09:15	0	3	7	29	
08:46	11	11	11	09:16	9	11	11	64	
08:47	8	10	12	09:17	0	0	11	41	
08:48	12	1	0	09:18	11	0	4	28	
08:49	12	10	10	09:19	0	11	11	54	
08:50	9	0	0	09:20	0	3	10	22	
08:51	11	12	12	09:21	12	12	0	59	
08:52	0	7	8	09:22	12	10	12	49	
08:53	11	11	0	09:23	0	4	10	36	
08:54	5	10	10	09:24	7	11	11	54	
08:55	10	2	0	09:25	0	0	9	21	
08:56	10	10	9	09:26	9	0	4	42	
08:57	0	0	10	09:27	10	4	12	36	
08:58	10	0	0	09:28	12	0	0	22	
08:59	0	4	8	09:29	3	11	0	26	
								Total:	1076

Volume de tráfego: 1242

Atraso (s)	Nível de serviço
18	B

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Branco

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 29 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	5	6	0	09:00	2	2	0	15	
08:31	2	2	4	09:01	2	2	3	15	
08:32	4	0	0	09:02	3	0	6	13	
08:33	0	1	1	09:03	6	6	6	20	
08:34	0	0	3	09:04	0	2	4	9	
08:35	5	6	0	09:05	7	7	0	25	
08:36	5	0	1	09:06	2	2	3	13	
08:37	5	0	1	09:07	3	0	1	10	
08:38	3	4	5	09:08	1	2	2	17	
08:39	0	1	2	09:09	0	3	4	10	
08:40	3	3	0	09:10	5	6	0	17	
08:41	1	6	7	09:11	0	3	5	22	
08:42	7	0	5	09:12	5	0	4	21	
08:43	5	6	6	09:13	4	6	7	34	
08:44	0	5	6	09:14	0	1	1	13	
08:45	7	7	0	09:15	2	3	0	19	
08:46	7	7	7	09:16	3	4	4	32	
08:47	7	0	4	09:17	4	0	0	15	
08:48	6	7	7	09:18	0	2	3	25	
08:49	0	2	2	09:19	0	2	2	8	
08:50	2	3	0	09:20	3	4	0	12	
08:51	1	1	3	09:21	1	5	6	17	
08:52	3	0	0	09:22	6	0	6	15	
08:53	1	2	2	09:23	6	6	6	23	
08:54	0	5	5	09:24	0	2	2	14	
08:55	7	7	0	09:25	3	4	2	23	
08:56	4	7	7	09:26	1	1	1	21	
08:57	7	0	1	09:27	1	0	3	12	
08:58	7	7	7	09:28	3	7	7	38	
08:59	0	0	1	09:29	0	1	2	4	
								Total:	532

Volume de tráfego: 1326

Atraso (s)	Nível de serviço
9	A

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Verde

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 30 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	14	0	0	09:00	0	6	13	33	
08:31	6	6	6	09:01	14	5	0	37	
08:32	0	0	9	09:02	6	12	12	39	
08:33	9	9	0	09:03	0	0	6	24	
08:34	4	7	10	09:04	16	16	4	57	
08:35	10	0	7	09:05	0	9	13	39	
08:36	9	9	0	09:06	13	0	0	31	
08:37	0	12	12	09:07	13	13	13	63	
08:38	12	0	5	09:08	0	0	12	29	
08:39	11	11	0	09:09	14	10	0	46	
08:40	0	4	10	09:10	0	14	14	42	
08:41	12	5	0	09:11	14	0	6	37	
08:42	5	11	11	09:12	15	15	15	72	
08:43	6	0	11	09:13	2	0	14	33	
08:44	15	15	0	09:14	14	5	0	49	
08:45	0	8	13	09:15	5	14	14	54	
08:46	14	6	0	09:16	7	0	5	32	
08:47	11	14	14	09:17	14	14	14	81	
08:48	0	0	9	09:18	0	4	13	26	
08:49	12	12	0	09:19	13	5	0	42	
08:50	0	5	15	09:20	11	17	17	65	
08:51	15	4	0	09:21	0	0	10	29	
08:52	8	11	11	09:22	13	13	0	56	
08:53	0	0	3	09:23	0	6	15	24	
08:54	13	13	0	09:24	14	0	0	40	
08:55	0	4	7	09:25	10	14	15	50	
08:56	11	4	0	09:26	0	0	15	30	
08:57	7	9	11	09:27	18	18	0	63	
08:58	6	0	5	09:28	3	16	16	46	
08:59	9	9	6	09:29	0	0	5	29	
								Total:	1298

Volume de tráfego: 1191

Atraso (s)	Nível de serviço
22	C

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 30 de Abril de 2015

Operador: Reis Pinto



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	7	10	0	09:00	0	0	4	21	
08:31	0	5	6	09:01	11	11	0	33	
08:32	8	0	0	09:02	0	2	8	18	
08:33	2	5	9	09:03	13	0	0	29	
08:34	0	1	3	09:04	3	5	7	19	
08:35	4	0	0	09:05	0	2	10	16	
08:36	2	4	0	09:06	13	0	0	19	
08:37	0	0	1	09:07	0	6	8	15	
08:38	5	0	0	09:08	0	0	0	5	
08:39	2	5	10	09:09	0	8	12	37	
08:40	0	0	0	09:10	0	1	8	9	
08:41	1	7	0	09:11	11	0	0	19	
08:42	0	5	10	09:12	0	3	5	23	
08:43	15	0	0	09:13	0	0	3	18	
08:44	10	14	17	09:14	5	10	0	56	
08:45	0	0	3	09:15	0	5	7	15	
08:46	9	11	0	09:16	10	0	0	30	
08:47	0	7	14	09:17	1	2	4	28	
08:48	17	0	0	09:18	0	0	0	17	
08:49	9	10	15	09:19	9	10	0	53	
08:50	0	0	3	09:20	0	5	10	18	
08:51	10	14	0	09:21	0	0	0	24	
08:52	6	10	14	09:22	2	2	0	34	
08:53	16	0	0	09:23	0	4	8	28	
08:54	4	10	15	09:24	8	0	0	37	
08:55	0	0	5	09:25	0	5	5	15	
08:56	8	8	0	09:26	0	0	1	17	
08:57	0	4	8	09:27	5	7	0	24	
08:58	14	0	0	09:28	5	9	12	40	
08:59	0	6	12	09:29	15	0	0	33	
								Total:	750

Volume de tráfego: 567

Atraso (s)	Nível de serviço
27	C

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Castanho

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 2

Data: 30 de Abril de 2015

Operador: Bruno Cardoso



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	0	0	0	09:00	6	0	0	6	
08:31	0	5	5	09:01	0	2	0	12	
08:32	3	3	0	09:02	0	0	0	6	
08:33	0	0	0	09:03	0	0	3	3	
08:34	0	1	0	09:04	0	0	0	1	
08:35	0	0	0	09:05	0	0	0	0	
08:36	0	1	2	09:06	0	3	0	6	
08:37	0	2	0	09:07	0	0	0	2	
08:38	0	4	0	09:08	1	0	2	7	
08:39	0	0	0	00:00	0	0	0	0	
08:40	1	0	0	09:10	0	0	0	1	
08:41	4	0	3	09:11	2	0	0	9	
08:42	0	0	1	09:12	0	0	0	1	
08:43	0	2	0	09:13	2	0	0	4	
08:44	0	0	0	09:14	0	0	0	0	
08:45	3	0	1	09:15	2	0	0	6	
08:46	0	4	0	09:16	0	5	0	9	
08:47	0	0	0	09:17	0	0	0	0	
08:48	2	0	0	09:18	5	0	0	7	
08:49	0	0	0	09:19	0	0	2	2	
08:50	1	0	3	09:20	0	3	0	7	
08:51	0	0	2	09:21	3	0	0	5	
08:52	0	0	0	09:22	0	0	0	0	
08:53	0	2	0	09:23	1	0	0	3	
08:54	0	0	0	09:24	0	0	2	2	
08:55	0	0	2	09:25	0	0	0	2	
08:56	0	0	1	09:26	1	0	0	2	
08:57	0	0	0	09:27	0	0	3	3	
08:58	0	2	0	09:28	0	3	0	5	
08:59	0	0	3	09:29	0	2	0	5	
								Total:	116

Volume de tráfego: 369

Atraso (s)	Nível de serviço
7	A

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 6 de Maio de 2015

Operador: António Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
17:45	0	0	0	18:15	19	0	0	19	
17:46	18	25	0	18:16	12	17	24	96	
17:47	0	16	24	18:17	0	0	10	50	
17:48	25	0	0	18:18	20	26	0	71	
17:49	13	20	27	18:19	8	17	21	106	
17:50	0	0	18	18:20	28	14	0	60	
17:51	24	27	0	18:21	14	19	26	110	
17:52	0	8	22	18:22	0	0	15	45	
17:53	27	0	9	18:23	19	23	7	85	
17:54	22	24	26	18:24	0	4	8	84	
17:55	0	0	11	18:25	17	24	0	52	
17:56	16	20	0	18:26	2	9	15	62	
17:57	0	3	10	18:27	0	0	11	24	
17:58	15	0	5	18:28	20	24	0	64	
17:59	12	20	0	18:29	0	10	14	56	
18:00	4	8	11	18:30	19	0	0	42	
18:01	0	0	1	18:31	0	5	10	16	
18:02	11	18	0	18:32	12	0	2	43	
18:03	2	10	18	18:33	5	8	0	43	
18:04	22	0	0	18:34	0	0	2	24	
18:05	6	13	13	18:35	10	18	0	60	
18:06	0	0	6	18:36	6	12	17	41	
18:07	13	20	26	18:37	20	0	2	81	
18:08	0	15	16	18:38	7	13	15	66	
18:09	24	0	0	18:39	0	5	17	46	
18:10	9	16	24	18:40	21	0	0	70	
18:11	15	0	12	18:41	3	6	10	46	
18:12	17	28	0	18:42	0	0	4	49	
18:13	3	11	19	18:43	8	12	0	53	
18:14	23	0	15	18:44	1	3	4	46	
								Total:	1710

Volume de tráfego: 904

Atraso (s)	Nível de serviço
38	D

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Azul

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 6 de Maio de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45	0	0	0	18:15	0	3	14	17
17:46	6	0	0	18:16	14	14	0	34
17:47	6	10	12	18:17	12	12	12	64
17:48	0	0	5	18:18	12	0	13	30
17:49	12	12	0	18:19	16	16	13	69
17:50	0	8	15	18:20	0	13	13	49
17:51	16	0	0	18:21	13	13	0	42
17:52	6	12	12	18:22	7	15	15	67
17:53	0	2	12	18:23	15	0	13	42
17:54	14	14	0	18:24	13	13	13	67
17:55	4	10	16	18:25	0	0	9	39
17:56	16	0	0	18:26	11	11	0	38
17:57	7	10	14	18:27	3	14	14	62
17:58	0	0	5	18:28	14	0	11	30
17:59	8	9	0	18:29	14	14	0	45
18:00	1	1	3	18:30	0	13	13	31
18:01	0	11	11	18:31	13	13	0	48
18:02	4	0	1	18:32	0	3	12	20
18:03	4	7	0	18:33	12	0	3	26
18:04	0	1	9	18:34	6	12	12	40
18:05	11	14	0	18:35	0	2	9	36
18:06	8	12	18	18:36	13	14	0	65
18:07	18	0	3	18:37	0	12	12	45
18:08	5	8	8	18:38	0	0	3	24
18:09	0	4	15	18:39	8	9	4	40
18:10	19	20	0	18:40	0	4	6	49
18:11	6	17	17	18:41	12	0	0	52
18:12	8	0	10	18:42	8	11	12	49
18:13	17	17	0	18:43	0	0	8	42
18:14	0	15	15	18:44	10	12	0	52
Total:								1314

Volume de tráfego: 606

Atraso (s)	Nível de serviço
44	D

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Cinzento

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 2

Data: 12 de Maio de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45	0	0	0	18:15	0	0	0	0
17:46	1	1	1	18:16	0	0	1	4
17:47	1	0	0	18:17	0	0	0	1
17:48	3	3	3	18:18	0	0	0	9
17:49	0	0	0	18:19	1	2	2	5
17:50	0	0	0	18:20	2	0	0	2
17:51	0	0	0	18:21	1	1	1	3
17:52	0	0	0	18:22	0	1	1	2
17:53	0	0	0	18:23	1	1	1	3
17:54	0	0	0	18:24	0	0	0	0
17:55	0	0	0	18:25	0	2	0	2
17:56	0	0	0	18:26	0	0	2	2
17:57	0	0	0	18:27	0	0	0	0
17:58	0	0	0	18:28	0	2	2	4
17:59	0	0	0	18:29	0	2	2	4
18:00	0	0	0	18:30	2	2	0	4
18:01	0	3	3	18:31	0	0	0	6
18:02	3	0	0	18:32	2	4	4	13
18:03	0	1	1	18:33	2	2	2	8
18:04	0	0	0	18:34	0	1	1	2
18:05	0	2	0	18:35	1	1	0	4
18:06	0	0	0	18:36	0	0	0	0
18:07	0	0	0	18:37	0	0	0	0
18:08	0	0	1	18:38	2	2	2	7
18:09	0	0	0	18:39	0	0	0	0
18:10	2	2	4	18:40	0	0	0	8
18:11	0	0	4	18:41	0	0	0	4
18:12	4	0	0	18:42	1	0	0	5
18:13	1	1	1	18:43	0	0	0	3
18:14	0	0	0	18:44	0	0	0	0
Total:								105

Volume de tráfego: 47

Atraso (s)	Nível de serviço
45	D

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 6

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
18:00	3	0	5	18:30	2	3	11	24
18:01	3	7	2	18:31	7	2	4	25
18:02	0	8	6	18:32	6	11	8	39
18:03	2	0	7	18:33	12	8	3	32
18:04	7	9	0	18:34	10	6	0	32
18:05	5	0	8	18:35	0	3	7	23
18:06	6	10	2	18:36	9	6	9	42
18:07	1	2	4	18:37	0	6	0	13
18:08	10	0	2	18:38	8	2	0	22
18:09	9	4	6	18:39	8	3	6	36
18:10	3	0	12	18:40	5	3	12	35
18:11	9	4	5	18:41	0	3	0	21
18:12	12	12	0	18:42	2	6	0	32
18:13	3	9	0	18:43	9	4	0	25
18:14	9	0	0	18:44	12	0	0	21
18:15	4	5	9	18:45	0	0	0	18
18:16	0	4	9	18:46	8	0	0	21
18:17	7	9	0	18:47	0	2	0	18
18:18	7	4	0	18:48	0	0	0	11
18:19	6	0	7	18:49	1	0	0	14
18:20	6	0	14	18:50	0	0	3	23
18:21	2	5	3	18:51	4	0	3	17
18:22	0	6	4	18:52	0	4	0	14
18:23	7	0	5	18:53	0	0	0	12
18:24	14	11	5	18:54	5	3	0	38
18:25	0	0	8	18:55	0	0	2	10
18:26	1	5	4	18:56	0	0	0	10
18:27	2	8	10	18:57	0	0	9	29
18:28	5	2	6	18:58	0	0	0	13
18:29	8	8	0	18:59	2	0	0	18
							Total:	688

Volume de tráfego: 1159

Atraso (s)	Nível de serviço
12	B

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Rosa

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 7

Data: 23 de Abril de 2015

Operador: Reis Pinto



Coeficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
18:00	0	0	6	18:30	3	2	4	15
18:01	2	3	1	18:31	6	8	0	20
18:02	6	4	1	18:32	0	3	3	17
18:03	5	4	2	18:33	4	8	8	31
18:04	2	3	3	18:34	8	8	10	34
18:05	2	3	0	18:35	0	4	6	15
18:06	1	2	2	18:36	8	8	8	29
18:07	2	4	0	18:37	0	1	2	9
18:08	3	0	2	18:38	3	3	3	14
18:09	2	3	3	18:39	0	0	2	10
18:10	0	0	1	18:40	2	3	3	9
18:11	1	2	0	18:41	0	0	1	4
18:12	0	1	2	18:42	2	2	0	7
18:13	4	0	1	18:43	3	6	8	22
18:14	4	5	5	18:44	9	0	1	24
18:15	4	5	7	18:45	1	1	1	19
18:16	8	8	5	18:46	0	2	3	26
18:17	7	3	8	18:47	5	7	0	30
18:18	10	0	5	18:48	1	4	7	27
18:19	8	10	10	18:49	7	0	0	35
18:20	8	10	10	18:50	0	1	2	31
18:21	10	6	8	18:51	0	2	3	29
18:22	4	8	7	18:52	7	10	0	36
18:23	8	3	3	18:53	2	3	4	23
18:24	6	8	8	18:54	6	0	0	28
18:25	4	6	4	18:55	1	1	1	17
18:26	6	4	0	18:56	0	0	1	11
18:27	4	6	8	18:57	2	2	0	22
18:28	10	10	2	18:58	1	2	4	29
18:29	7	10	10	18:59	8	0	0	35
Total:								658

Volume de tráfego: 221

Atraso (s)	Nível de serviço
60	E

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Preto

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 28 de Abril de 2015

Operador: Paulo Morais



Coeficiente de homogeneização:	2
--------------------------------	---

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45				18:15	5	5	0	10
17:46				18:16	3	5	5	13
17:47				18:17	5	7	7	19
17:48				18:18	7	7	7	21
17:49				18:19	0	6	6	12
17:50				18:20	6	6	6	18
17:51				18:21	6	6	6	18
17:52				18:22	6	0	3	9
17:53				18:23	3	3	5	11
17:54				18:24	4	4	7	15
17:55				18:25	7	7	0	14
17:56				18:26	0	2	5	7
17:57				18:27	7	0	2	9
17:58				18:28	2	3	3	8
17:59				18:29	0	1	2	3
18:00	7	7	7	18:30	3	4	2	30
18:01	0	7	7	18:31	4	7	7	32
18:02	7	7	6	18:32	5	5	5	35
18:03	7	7	7	18:33	7	7	7	42
18:04	5	7	7	18:34	0	6	7	32
18:05	7	7	0	18:35	7	0	7	28
18:06	8	8	8	18:36	7	7	7	45
18:07	8	0	5	18:37	0	0	8	21
18:08	7	7	7	18:38	8	8	8	45
18:09	0	6	6	18:39	4	7	7	30
18:10	6	6	6	18:40	7	0	6	31
18:11	7	7	7	18:41	7	7	7	42
18:12	5	0	1	18:42	7	0	5	18
18:13	1	4	0	18:43	7	7	0	19
18:14	0	1	5	18:44	6	7	7	26
Total:								663

Volume de tráfego:	165
--------------------	-----

Atraso (s)	Nível de serviço
81	F

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 28 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45				18:15	2	7	12	21
17:46				18:16	0	0	0	0
17:47				18:17	4	13	0	17
17:48				18:18	0	0	2	2
17:49				18:19	7	0	5	12
17:50				18:20	7	7	13	27
17:51				18:21	0	0	3	3
17:52				18:22	7	11	2	20
17:53				18:23	0	5	7	12
17:54				18:24	12	0	3	15
17:55				18:25	4	0	12	16
17:56				18:26	0	0	4	4
17:57				18:27	5	11	3	19
17:58				18:28	4	2	0	6
17:59				18:29	12	3	3	18
18:00	2	6	5	18:30	0	5	12	30
18:01	12	2	0	18:31	6	0	0	20
18:02	0	4	10	18:32	3	5	0	22
18:03	0	1	3	18:33	0	0	1	5
18:04	3	6	0	18:34	6	0	0	15
18:05	0	2	5	18:35	0	2	9	18
18:06	0	0	0	18:36	2	5	0	7
18:07	5	6	10	18:37	12	12	0	45
18:08	0	8	10	18:38	3	0	4	25
18:09	10	0	0	18:39	13	0	0	23
18:10	0	11	9	18:40	0	2	6	28
18:11	0	3	2	18:41	1	0	0	6
18:12	6	12	3	18:42	1	3	0	25
18:13	0	0	8	18:43	0	0	1	9
18:14	12	0	0	18:44	3	1	2	18
Total:								488

Volume de tráfego: 1042

Atraso (s)	Nível de serviço
10	A

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 29 de Abril de 2015

Operador: Paulo Morais



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
17:45	0	5	5	18:15	0	0	12	22	
17:46	0	0	8	18:16	12	0	0	20	
17:47	5	8	8	18:17	6	6	0	33	
17:48	0	6	0	18:18	0	0	10	16	
17:49	7	8	0	18:19	12	12	0	39	
17:50	9	9	8	18:20	0	8	12	46	
17:51	8	0	0	18:21	12	0	0	20	
17:52	0	9	9	18:22	0	10	10	38	
17:53	0	0	9	18:23	0	8	0	17	
17:54	9	9	9	18:24	9	9	0	45	
17:55	4	9	9	18:25	0	12	12	46	
17:56	9	0	0	18:26	12	0	0	21	
17:57	9	9	9	18:27	6	4	12	49	
17:58	0	3	7	18:28	10	10	0	30	
17:59	8	0	0	18:29	0	0	4	12	
18:00	8	0	12	18:30	3	0	0	23	
18:01	12	8	13	18:31	12	12	0	57	
18:02	0	0	9	18:32	0	0	0	9	
18:03	0	0	2	18:33	7	9	0	18	
18:04	14	14	0	18:34	0	5	8	41	
18:05	0	0	8	18:35	12	0	0	20	
18:06	8	0	0	18:36	1	8	0	17	
18:07	11	8	12	18:37	0	0	10	41	
18:08	0	0	10	18:38	10	0	0	20	
18:09	10	0	0	18:39	0	9	12	31	
18:10	0	6	9	18:40	0	0	4	19	
18:11	12	0	0	18:41	9	10	0	31	
18:12	0	13	13	18:42	0	0	0	26	
18:13	0	0	4	18:43	10	10	0	24	
18:14	4	0	0	18:44	0	0	8	12	
								Total:	843

Volume de tráfego: 987

Atraso (s)	Nível de serviço
18	B

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Preto

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 29 de Abril de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
17:45	7	7	1	18:15	6	8	2	31	
17:46	7	0	4	18:16	0	9	10	30	
17:47	8	8	0	18:17	12	2	0	30	
17:48	4	10	12	18:18	0	9	12	47	
17:49	12	0	2	18:19	0	1	8	23	
17:50	10	17	17	18:20	11	13	0	68	
17:51	0	1	12	18:21	0	4	13	30	
17:52	12	13	0	18:22	14	0	0	39	
17:53	2	9	9	18:23	1	2	12	35	
17:54	6	0	3	18:24	4	0	3	16	
17:55	12	12	0	18:25	12	12	2	50	
17:56	2	0	6	18:26	0	2	7	17	
17:57	14	14	0	18:27	16	0	0	44	
17:58	3	16	16	18:28	2	12	13	62	
17:59	16	0	2	18:29	4	0	1	23	
18:00	2	9	0	18:30	4	11	3	29	
18:01	0	5	16	18:31	0	4	11	36	
18:02	16	10	0	18:32	14	0	0	40	
18:03	0	9	12	18:33	0	2	14	37	
18:04	8	0	3	18:34	0	0	2	13	
18:05	12	12	9	18:35	11	12	0	56	
18:06	0	3	10	18:36	0	1	3	17	
18:07	12	12	0	18:37	11	0	0	35	
18:08	4	11	12	18:38	1	10	15	53	
18:09	5	0	0	18:39	0	4	11	20	
18:10	1	9	0	18:40	11	11	0	32	
18:11	0	3	13	18:41	0	5	11	32	
18:12	14	14	0	18:42	13	0	1	42	
18:13	0	0	6	18:43	12	12	9	39	
18:14	16	0	0	18:44	0	4	13	33	
								Total:	1059

Volume de tráfego: 865

Atraso (s)	Nível de serviço
25	C

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Verde

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 7 de Maio de 2015

Operador: Paulo Morais



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45				18:15	12	12	12	36
17:46				18:16	0	0	10	10
17:47				18:17	10	13	13	36
17:48				18:18	0	0	8	8
17:49				18:19	0	0	0	0
17:50				18:20	13	13	13	39
17:51				18:21	0	0	13	13
17:52				18:22	13	13	0	26
17:53				18:23	0	13	13	26
17:54				18:24	13	0	0	13
17:55				18:25	13	13	13	39
17:56				18:26	0	0	0	0
17:57				18:27	10	13	13	36
17:58				18:28	13	0	0	13
17:59				18:29	0	12	0	12
18:00	0	13	13	18:30	10	10	0	46
18:01	13	0	0	18:31	0	0	10	23
18:02	2	12	12	18:32	10	13	13	62
18:03	10	0	0	18:33	0	13	13	36
18:04	0	0	10	18:34	13	0	0	23
18:05	14	14	14	18:35	13	13	13	81
18:06	16	16	14	18:36	0	0	0	46
18:07	13	13	13	18:37	9	9	0	57
18:08	14	14	0	18:38	0	0	10	38
18:09	10	10	0	18:39	10	0	0	30
18:10	0	14	14	18:40	7	7	10	52
18:11	12	0	0	18:41	0	0	14	26
18:12	10	13	13	18:42	14	14	0	64
18:13	13	13	0	18:43	0	0	0	26
18:14	0	12	12	18:44	10	10	0	44
Total:								961

Volume de tráfego: 650

Atraso (s)	Nível de serviço
30	C

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 7 de Maio de 2015

Operador: António Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45				18:15	4	7	0	11
17:46				18:16	1	1	6	8
17:47				18:17	14	0	0	14
17:48				18:18	2	3	7	12
17:49				18:19	0	0	4	4
17:50				18:20	14	15	0	29
17:51				18:21	0	6	15	21
17:52				18:22	15	0	0	15
17:53				18:23	4	9	10	23
17:54				18:24	0	0	5	5
17:55				18:25	9	15	0	24
17:56				18:26	0	5	7	12
17:57				18:27	11	0	0	11
17:58				18:28	2	6	9	17
17:59				18:29	0	0	2	2
18:00	12	13	0	18:30	6	11	0	42
18:01	0	0	1	18:31	0	3	13	17
18:02	2	0	0	18:32	13	0	0	15
18:03	1	4	8	18:33	0	7	10	30
18:04	0	0	0	18:34	0	0	0	0
18:05	9	12	0	18:35	0	1	0	22
18:06	0	7	10	18:36	0	0	4	21
18:07	14	0	0	18:37	12	0	0	26
18:08	5	7	7	18:38	6	10	15	50
18:09	0	0	1	18:39	0	0	2	3
18:10	5	7	0	18:40	8	9	0	29
18:11	0	4	6	18:41	0	4	7	21
18:12	7	0	0	18:42	7	0	0	14
18:13	1	3	0	18:43	5	9	10	28
18:14	0	0	0	18:44	0	0	4	4
							Total:	530

Volume de tráfego: 347

Atraso (s)	Nível de serviço
31	C

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Castanho

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 2

Data: 7 de Maio de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
17:45				18:15	0	1	6	7
17:46				18:16	8	0	0	8
17:47				18:17	0	5	0	5
17:48				18:18	1	0	2	3
17:49				18:19	6	3	0	9
17:50				18:20	0	2	7	9
17:51				18:21	6	0	0	6
17:52				18:22	0	2	0	2
17:53				18:23	0	0	1	1
17:54				18:24	8	8	0	16
17:55				18:25	4	4	10	18
17:56				18:26	5	0	0	5
17:57				18:27	0	3	5	8
17:58				18:28	0	0	1	1
17:59				18:29	8	8	0	16
18:00	5	8	8	18:30	0	0	3	24
18:01	2	0	2	18:31	4	0	0	8
18:02	4	5	0	18:32	0	2	3	14
18:03	0	0	2	18:33	0	0	0	2
18:04	6	6	0	18:34	1	0	0	13
18:05	0	1	5	18:35	0	0	8	14
18:06	4	6	0	18:36	3	0	0	13
18:07	8	8	0	18:37	4	7	3	30
18:08	0	1	0	18:38	4	0	3	8
18:09	2	0	1	18:39	6	0	0	9
18:10	0	1	2	18:40	0	2	7	12
18:11	0	2	0	18:41	0	0	0	2
18:12	0	3	0	18:42	0	0	0	3
18:13	1	0	0	18:43	0	0	2	3
18:14	4	0	0	18:44	5	0	0	9
							Total:	278

Volume de tráfego: 438

Atraso (s)	Nível de serviço
13	B

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Amarelo

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 11 de Junho de 2015

Operador: António Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	27	0	0	09:00	29	33	33	122
08:31	14	23	29	09:01	0	15	30	111
08:32	0	0	21	09:02	32	32	0	85
08:33	30	30	0	09:03	12	29	32	133
08:34	0	20	30	09:04	32	0	16	98
08:35	32	0	0	09:05	30	30	30	122
08:36	9	30	32	09:06	0	0	20	91
08:37	0	0	13	09:07	30	30	0	73
08:38	29	31	0	09:08	0	23	30	113
08:39	0	10	27	09:09	30	26	0	93
08:40	32	0	0	09:10	30	30	30	122
08:41	11	30	34	09:11	0	0	19	94
08:42	34	0	0	09:12	30	30	0	94
08:43	20	30	30	09:13	0	15	30	125
08:44	0	0	14	09:14	30	30	0	74
08:45	28	30	0	09:15	10	32	34	134
08:46	0	15	30	09:16	34	0	0	79
08:47	30	0	0	09:17	19	30	30	109
08:48	14	30	30	09:18	0	0	18	92
08:49	0	0	10	09:19	32	32	12	86
08:50	32	32	0	09:20	30	30	30	154
08:51	0	9	26	09:21	30	0	0	65
08:52	30	0	0	09:22	20	30	30	110
08:53	8	22	30	09:23	0	0	21	81
08:54	0	0	13	09:24	30	30	0	73
08:55	30	30	0	09:25	0	18	30	108
08:56	0	7	30	09:26	32	0	0	69
08:57	32	0	0	09:27	22	32	32	118
08:58	5	23	33	09:28	0	0	22	83
08:59	35	0	0	09:29	30	34	34	133
Total:								3044

Volume de tráfego: 1416

Atraso (s)	Nível de serviço
43	D

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Cinzento

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 2

Data: 11 de Junho de 2015

Operador: Mónica Oliveira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	0	0	0	09:00	1	0	2	3
08:31	3	0	0	09:01	2	2	2	9
08:32	0	0	0	09:02	2	0	0	2
08:33	0	3	3	09:03	0	0	0	6
08:34	3	3	0	09:04	0	3	3	12
08:35	0	0	0	09:05	3	3	0	6
08:36	1	0	0	09:06	0	0	0	1
08:37	1	5	5	09:07	0	0	0	11
08:38	5	0	0	09:08	0	0	0	5
08:39	0	0	0	09:09	0	0	0	0
08:40	0	0	0	09:10	0	0	0	0
08:41	1	1	0	09:11	3	5	5	15
08:42	0	0	0	09:12	5	0	0	5
08:43	0	0	0	09:13	0	0	0	0
08:44	0	0	2	09:14	0	0	0	2
08:45	0	0	0	09:15	0	1	1	2
08:46	0	0	2	09:16	0	2	3	7
08:47	2	4	4	09:17	3	3	0	16
08:48	4	4	0	09:18	0	4	4	16
08:49	0	0	0	09:19	4	1	1	6
08:50	0	3	3	09:20	3	3	6	18
08:51	3	3	3	09:21	2	2	3	16
08:52	0	0	2	09:22	5	5	1	13
08:53	3	3	0	09:23	1	3	3	13
08:54	0	2	2	09:24	3	0	0	7
08:55	2	0	0	09:25	0	0	1	3
08:56	0	0	0	09:26	0	0	2	2
08:57	0	2	2	09:27	2	2	0	8
08:58	2	2	3	09:28	0	0	0	7
08:59	0	1	1	09:29	0	0	0	2
							Total:	213

Volume de tráfego: 81

Atraso (s)	Nível de serviço
53	D

Interseção: Constituição/Marquês

Posto: Azul

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 11 de Junho de 2015

Operador: Bruno Eugénio



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	18	18	24	09:00	5	9	9	83
08:31	11	0	13	09:01	5	8	16	53
08:32	2	12	21	09:02	18	18	5	76
08:33	5	0	6	09:03	1	4	6	22
08:34	7	13	8	09:04	10	5	4	47
08:35	0	7	12	09:05	5	6	10	40
08:36	16	4	0	09:06	0	0	0	20
08:37	8	11	14	09:07	0	8	0	41
08:38	5	0	2	09:08	2	6	5	20
08:39	2	4	0	00:00	10	0	0	16
08:40	0	0	4	09:10	2	4	13	23
08:41	6	3	0	09:11	5	3	6	23
08:42	2	5	7	09:12	12	13	3	42
08:43	11	0	1	09:13	0	3	5	20
08:44	9	13	16	09:14	5	4	0	47
08:45	0	0	4	09:15	0	6	11	21
08:46	5	7	14	09:16	14	6	8	54
08:47	1	4	6	09:17	11	15	15	52
08:48	13	13	0	09:18	0	2	4	32
08:49	0	2	7	09:19	7	12	0	28
08:50	7	0	2	09:20	3	6	9	27
08:51	3	6	14	09:21	12	3	10	48
08:52	5	0	5	09:22	18	19	21	68
08:53	5	9	3	09:23	8	0	8	33
08:54	0	3	5	09:24	11	13	8	40
08:55	17	7	0	09:25	0	8	11	43
08:56	2	4	6	09:26	10	0	0	22
08:57	0	0	0	09:27	1	3	11	15
08:58	2	3	2	09:28	4	1	7	19
08:59	0	0	0	09:29	7	8	3	18
Total:								1093

Volume de tráfego: 395

Atraso (s)	Nível de serviço
56	E

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Verde

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 6

Data: 4 de Junho de 2015

Operador: Albino Silva



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	0	3	0	09:00	0	0	12	15	
08:31	0	0	1	09:01	12	10	11	34	
08:32	1	0	0	09:02	11	12	15	39	
08:33	0	0	1	09:03	12	17	17	47	
08:34	0	0	0	09:04	18	18	18	54	
08:35	5	6	0	09:05	20	20	18	69	
08:36	0	0	2	09:06	20	15	13	50	
08:37	4	0	0	09:07	17	18	18	57	
08:38	0	1	2	09:08	6	6	0	15	
08:39	0	0	0	09:09	2	2	0	4	
08:40	5	10	10	09:10	5	3	3	36	
08:41	0	4	0	09:11	3	6	17	30	
08:42	3	3	0	09:12	18	17	17	58	
08:43	0	10	16	09:13	18	10	0	54	
08:44	16	0	6	09:14	8	10	10	50	
08:45	0	2	2	09:15	14	15	14	47	
08:46	0	4	9	09:16	15	18	0	46	
08:47	5	5	0	09:17	6	13	16	45	
08:48	0	2	10	09:18	16	11	17	56	
08:49	10	0	0	09:19	17	16	16	59	
08:50	0	1	3	09:20	6	13	15	38	
08:51	10	0	1	09:21	9	9	3	32	
08:52	8	6	6	09:22	9	8	11	48	
08:53	8	14	12	09:23	11	14	15	74	
08:54	13	13	15	09:24	9	10	15	75	
08:55	13	17	17	09:25	15	18	17	97	
08:56	17	0	17	09:26	12	12	14	72	
08:57	15	15	17	09:27	0	5	7	59	
08:58	12	19	19	09:28	8	10	6	74	
08:59	17	16	18	09:29	2	6	14	73	
								Total:	1507

Volume de tráfego: 1473

Atraso (s)	Nível de serviço
21	C

Interseção: Constituição/Visconde Setúbal

Posto: Rosa

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 7

Data: 4 de Junho de 2015

Operador: Rosa Santos



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	6	13	18	09:00	20	20	10	87
08:31	7	9	0	09:01	15	18	17	66
08:32	15	11	0	09:02	0	12	16	54
08:33	5	6	11	09:03	16	16	0	54
08:34	0	5	10	09:04	7	13	17	52
08:35	3	0	6	09:05	17	0	15	41
08:36	4	9	0	09:06	17	17	0	47
08:37	13	0	7	09:07	10	11	13	54
08:38	9	12	16	09:08	15	16	0	68
08:39	0	8	11	09:09	15	15	16	65
08:40	11	12	13	09:10	16	0	15	67
08:41	10	0	0	09:11	15	16	16	57
08:42	8	0	10	09:12	16	0	16	50
08:43	11	12	12	09:13	16	18	18	87
08:44	12	12	8	09:14	0	13	15	60
08:45	13	16	18	09:15	17	17	0	81
08:46	0	5	12	09:16	18	18	18	71
08:47	17	17	0	09:17	18	0	14	66
08:48	8	11	13	09:18	16	16	16	80
08:49	0	7	10	09:19	0	12	13	42
08:50	17	0	5	09:20	14	16	0	52
08:51	15	15	0	09:21	10	16	18	74
08:52	11	13	14	09:22	18	19	0	75
08:53	15	15	0	09:23	12	14	14	70
08:54	12	14	14	09:24	18	0	18	76
08:55	11	13	13	09:25	8	10	12	67
08:56	0	11	17	09:26	0	7	7	42
08:57	20	0	0	09:27	7	7	0	34
08:58	15	17	17	09:28	2	2	2	55
08:59	17	0	17	09:29	3	4	0	41
Total:								1835

Volume de tráfego: 256

Atraso (s)	Nível de serviço
144	F

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Laranja

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 4 de Junho de 2015

Operador: Bruno Eugénio



Coefficiente de homogeneização:	2
---------------------------------	---

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	0	5	14	09:00	0	8	18	45
08:31	0	0	15	09:01	3	22	19	59
08:32	20	0	3	09:02	12	30	28	93
08:33	16	0	5	09:03	0	23	28	72
08:34	10	0	0	09:04	30	19	30	89
08:35	11	0	0	09:05	32	34	12	89
08:36	2	15	6	09:06	11	14	0	48
08:37	0	11	5	09:07	13	28	7	64
08:38	0	0	15	09:08	16	6	7	44
08:39	0	0	12	09:09	19	11	0	42
08:40	7	2	10	09:10	0	0	19	38
08:41	12	0	6	09:11	23	32	34	107
08:42	18	12	0	09:12	17	15	24	86
08:43	0	25	0	09:13	11	14	9	59
08:44	0	20	6	09:14	18	32	8	84
08:45	0	17	3	09:15	20	15	7	62
08:46	0	18	15	09:16	32	36	0	101
08:47	7	2	14	09:17	17	26	26	92
08:48	0	0	22	09:18	0	16	34	72
08:49	10	0	0	09:19	13	6	0	29
08:50	0	0	26	09:20	0	26	32	84
08:51	23	8	0	09:21	17	6	6	60
08:52	19	14	25	09:22	20	21	9	108
08:53	34	20	8	09:23	12	34	14	122
08:54	0	12	0	09:24	11	17	8	48
08:55	10	24	11	09:25	17	21	6	89
08:56	0	0	0	09:26	11	13	27	51
08:57	9	0	0	09:27	0	0	26	35
08:58	18	30	9	09:28	14	0	11	82
08:59	30	30	19	09:29	21	14	13	127
							Total:	2181

Volume de tráfego:	1680
--------------------	------

Atraso (s)	Nível de serviço
26	C

Interseção: Constituição/Faria Guimarães

Posto: Preto

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 4 de Junho de 2015

Operador: Bruno Cardoso



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	7	7	11	09:00	15	10	0	50	
08:31	3	3	0	09:01	16	13	16	51	
08:32	0	2	2	09:02	15	14	16	49	
08:33	5	0	0	09:03	15	18	18	56	
08:34	2	4	0	09:04	17	16	17	56	
08:35	2	4	0	09:05	0	0	14	20	
08:36	2	6	0	09:06	14	14	15	51	
08:37	0	2	4	09:07	17	18	0	41	
08:38	3	0	0	09:08	11	15	13	42	
08:39	0	1	0	09:09	14	16	18	49	
08:40	5	5	0	09:10	11	14	16	51	
08:41	1	1	0	09:11	0	12	13	27	
08:42	3	3	0	09:12	0	8	13	27	
08:43	0	3	0	09:13	0	16	19	38	
08:44	0	1	1	09:14	5	0	2	9	
08:45	6	7	7	09:15	3	4	5	32	
08:46	9	15	19	09:16	7	9	9	68	
08:47	0	6	8	09:17	6	8	11	39	
08:48	7	9	14	09:18	0	6	7	43	
08:49	0	12	16	09:19	7	5	5	45	
08:50	20	0	12	09:20	6	0	3	41	
08:51	15	18	21	09:21	5	5	2	66	
08:52	20	20	20	09:22	3	3	0	66	
08:53	20	14	16	09:23	2	4	2	58	
08:54	16	15	12	09:24	3	4	0	50	
08:55	15	18	0	09:25	2	4	3	42	
08:56	13	16	16	09:26	6	6	6	63	
08:57	16	17	0	09:27	0	3	4	40	
08:58	15	16	0	09:28	0	0	2	33	
08:59	16	14	10	09:29	3	0	0	43	
								Total:	1346

Volume de tráfego: 268

Atraso (s)	Nível de serviço
101	F

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Vermelho

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 4 de Junho de 2015

Operador: António Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	22	22	0	09:00	16	20	25	105	
08:31	0	5	8	09:01	25	14	15	67	
08:32	13	0	12	09:02	20	23	23	91	
08:33	17	25	27	09:03	10	13	19	111	
08:34	0	0	0	09:04	17	19	10	46	
08:35	11	22	23	09:05	12	15	22	105	
08:36	0	0	7	09:06	24	0	0	31	
08:37	16	9	19	09:07	10	21	25	100	
08:38	22	24	24	09:08	8	14	0	92	
08:39	0	0	25	09:09	18	25	25	93	
08:40	25	25	25	09:10	25	0	25	125	
08:41	0	0	22	09:11	25	25	14	86	
08:42	25	25	0	09:12	16	21	25	112	
08:43	0	13	25	09:13	25	0	0	63	
08:44	25	12	23	09:14	23	25	25	133	
08:45	20	22	22	09:15	11	0	10	85	
08:46	0	0	22	09:16	21	0	0	43	
08:47	25	25	0	09:17	19	24	24	117	
08:48	0	8	22	09:18	0	12	22	64	
08:49	24	9	0	09:19	22	0	0	55	
08:50	8	22	25	09:20	10	24	24	113	
08:51	10	25	25	09:21	25	0	24	109	
08:52	25	25	0	09:22	24	20	11	105	
08:53	10	15	25	09:23	8	25	25	108	
08:54	25	0	0	09:24	25	0	0	50	
08:55	0	16	20	09:25	10	21	24	91	
08:56	0	0	19	09:26	0	0	8	27	
08:57	21	26	20	09:27	25	25	20	137	
08:58	12	10	12	09:28	0	16	25	75	
08:59	23	25	12	09:29	25	0	0	85	
								Total:	2624

Volume de tráfego: 1242

Atraso (s)	Nível de serviço
43	D

Interseção: Constituição/Zeca Afonso

Posto: Branco

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 4 de Junho de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	17	20	20	09:00	7	17	18	99	
08:31	22	22	22	09:01	18	3	0	87	
08:32	22	0	0	09:02	16	18	22	78	
08:33	10	18	21	09:03	0	0	17	66	
08:34	0	0	16	09:04	17	19	0	52	
08:35	18	18	7	09:05	0	17	20	80	
08:36	9	24	24	09:06	21	0	0	78	
08:37	24	0	2	09:07	19	19	19	83	
08:38	21	23	23	09:08	0	0	13	80	
08:39	0	0	5	09:09	20	21	0	46	
08:40	19	21	6	09:10	0	14	17	77	
08:41	0	5	24	09:11	20	0	0	49	
08:42	24	14	7	09:12	12	17	19	93	
08:43	5	22	22	09:13	4	0	18	71	
08:44	11	0	0	09:14	18	19	4	52	
08:45	18	21	22	09:15	0	10	18	89	
08:46	0	0	15	09:16	23	6	6	50	
08:47	15	10	0	09:17	26	27	18	96	
08:48	0	21	22	09:18	0	2	17	62	
08:49	22	9	9	09:19	20	22	0	82	
08:50	28	28	30	09:20	10	17	18	131	
08:51	0	5	20	09:21	0	8	21	54	
08:52	27	27	0	09:22	21	4	1	80	
08:53	0	13	25	09:23	10	19	22	89	
08:54	25	20	10	09:24	7	0	0	62	
08:55	11	22	22	09:25	17	21	7	100	
08:56	11	4	12	09:26	5	23	23	78	
08:57	24	24	8	09:27	23	15	5	99	
08:58	0	9	22	09:28	8	24	24	87	
08:59	22	11	0	09:29	24	7	2	66	
								Total:	2316

Volume de tráfego: 1326

Atraso (s)	Nível de serviço
35	D

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Verde

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 0

Data: 11 de Junho de 2015

Operador: Pedro Ferreira



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	8	18	21	09:00	18	31	34	130	
08:31	24	0	0	09:01	3	0	5	32	
08:32	5	7	9	09:02	15	29	33	98	
08:33	12	23	13	09:03	33	19	0	100	
08:34	0	4	6	09:04	8	14	16	48	
08:35	18	23	29	09:05	17	22	12	121	
08:36	13	5	10	09:06	0	3	5	36	
08:37	28	32	32	09:07	12	19	22	145	
08:38	32	13	0	09:08	4	0	6	55	
08:39	17	29	29	09:09	13	20	25	133	
08:40	35	39	17	09:10	27	0	0	118	
08:41	0	22	38	09:11	19	4	29	112	
08:42	40	40	35	09:12	33	33	6	187	
08:43	4	0	20	09:13	0	14	19	57	
08:44	28	29	29	09:14	28	32	32	178	
08:45	22	0	0	09:15	0	4	18	44	
08:46	21	29	29	09:16	29	37	37	182	
08:47	31	16	0	09:17	23	0	5	75	
08:48	8	16	32	09:18	25	27	29	137	
08:49	34	39	18	09:19	27	0	0	118	
08:50	0	11	23	09:20	14	17	27	92	
08:51	31	38	38	09:21	36	16	0	159	
08:52	16	0	8	09:22	0	14	19	57	
08:53	20	35	35	09:23	24	31	11	156	
08:54	35	14	0	09:24	0	6	15	70	
08:55	16	35	35	09:25	18	19	29	152	
08:56	35	35	9	09:26	11	0	13	103	
08:57	0	18	23	09:27	13	15	19	88	
08:58	32	35	35	09:28	22	5	0	129	
08:59	0	2	11	09:29	4	13	22	52	
								Total:	3164

Volume de tráfego: 1191

Atraso (s)	Nível de serviço
54	D

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Roxo

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 1

Data: 11 de Junho de 2015

Operador: Tiago Ribeiro



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60	
08:30	13	23	24	09:00	23	23	23	129
08:31	24	10	4	09:01	12	7	15	72
08:32	12	22	22	09:02	25	25	25	131
08:33	23	23	6	09:03	25	10	5	92
08:34	2	9	19	09:04	14	18	22	84
08:35	19	19	15	09:05	24	20	10	107
08:36	3	0	11	09:06	24	9	9	56
08:37	20	20	20	09:07	16	20	18	114
08:38	13	3	4	09:08	10	3	10	43
08:39	15	19	22	09:09	18	23	26	123
08:40	22	15	4	09:10	19	6	4	70
08:41	6	15	20	09:11	10	17	23	91
08:42	24	24	11	09:12	23	16	5	103
08:43	9	17	25	09:13	5	10	11	77
08:44	25	25	25	09:14	19	20	14	128
08:45	14	5	4	09:15	5	8	18	54
08:46	14	18	23	09:16	19	22	25	121
08:47	25	11	3	09:17	11	9	16	75
08:48	6	17	21	09:18	22	25	25	116
08:49	24	24	11	09:19	13	7	8	87
08:50	4	4	15	09:20	12	18	23	76
08:51	22	22	18	09:21	23	14	4	103
08:52	6	5	18	09:22	12	20	20	81
08:53	21	24	24	09:23	20	15	9	113
08:54	18	9	6	09:24	7	18	18	76
08:55	11	20	20	09:25	18	18	12	99
08:56	20	11	9	09:26	10	4	13	67
08:57	3	12	14	09:27	19	25	25	98
08:58	20	23	9	09:28	20	6	2	80
08:59	3	9	18	09:29	6	16	20	72
Total:								2738

Volume de tráfego: 567

Atraso (s)	Nível de serviço
97	F

Interseção: Constituição/Antero Quental

Posto: Castanho

Atraso médio por veículo

Grupo semafórico: 2

Data: 11 de Junho de 2015

Operador: Bruno Cardoso



Coefficiente de homogeneização: 2

Horas	Segundos			Horas	Segundos			Total	
	0-20	20-40	40-60		0-20	20-40	40-60		
08:30	0	8	6	09:00	7	9	11	41	
08:31	6	3	2	09:01	0	0	0	11	
08:32	0	0	0	09:02	0	0	2	2	
08:33	0	5	0	09:03	0	0	0	5	
08:34	0	0	0	09:04	0	0	0	0	
08:35	2	2	3	09:05	2	2	0	11	
08:36	0	0	0	09:06	0	0	0	0	
08:37	0	2	8	09:07	2	4	8	24	
08:38	0	3	0	09:08	0	0	0	3	
08:39	0	2	4	00:00	0	5	8	19	
08:40	9	0	0	09:10	0	0	0	9	
08:41	0	0	0	09:11	0	0	2	2	
08:42	0	0	0	09:12	3	0	0	3	
08:43	0	0	0	09:13	0	0	0	0	
08:44	0	3	4	09:14	3	3	0	13	
08:45	0	3	0	09:15	0	0	0	3	
08:46	0	1	2	09:16	0	0	1	4	
08:47	5	0	0	09:17	0	0	0	5	
08:48	0	0	2	09:18	0	0	6	8	
08:49	7	0	0	09:19	0	0	0	7	
08:50	0	0	0	09:20	0	2	5	7	
08:51	4	4	0	09:21	5	0	0	13	
08:52	0	0	0	09:22	0	0	0	0	
08:53	0	0	3	09:23	1	0	0	4	
08:54	0	0	0	09:24	0	0	0	0	
08:55	0	0	5	09:25	1	1	0	7	
08:56	7	0	0	09:26	0	0	0	7	
08:57	0	0	0	09:27	0	1	2	3	
08:58	0	7	0	09:28	0	0	0	7	
08:59	4	0	0	09:29	0	2	2	8	
								Total:	226

Volume de tráfego: 369

Atraso (s)	Nível de serviço
13	B

Método observador móvel II

1 - Escolha da zona a avaliar e caracterização das interseções centralizadas que serão alvo de estudo. A seleção das interseções deverá corresponder a um circuito que melhor define a zona ou a sua função face à realidade da cidade, reponde à seguinte questão: Que destino/percurso os utentes utilizam enquanto circulam nesta zona?

2 – No caso de a geometria da seção da faixa de rodagem se alterar ao longo do percurso este deve ser dividido por troços que compreendem essas alterações. Esta divisão permite posteriormente conhecer zonas mais críticas dentro do percurso que pode permitir o levantamento de problemas existentes.

3 – Este método consiste na passagem pelos vários troços do percurso definido, medindo o tempo de percurso e em paralelo o tempo em que o veículo se encontra parado (velocidade inferior a 5km/h). Os tempos são medidos por operadores distintos, no entanto quem está a medir o tempo em que o veículo está parado tem também de anotar a razão que o fez parar: semáforo, interseção saturada, acidente, passadeira, paragem bus. São repetidas pelo menos 6 vezes o percurso definido.

4 – O ponto três tem de ser realizado com o sistema SIGA ligado e desligado para períodos de tempo semelhantes para posterior comparação. Também é possível, adaptando, comparar o período e hora de ponta com o período de escoamento livre.

4 – Após a realização do ensaio proceder ao preenchimento da folha de cálculo Método_observador_móvel, separador Método 2.

Estudo da zona: Constituição

Condutor: Paulo Morais

Operador: Pedro Ferreira

Operador:

Data: 12 de Maio 2015

Método do observador móvel II



Estado meteorológico: Limpo

Troço	Extensão		Corrida:		1		Início: 8:45		Corrida:		2		Início: 8:55		Corrida:		3		Início: 9:08		Corrida:		4		Início: 9:18		Corrida:		5		Início: 9:28	
	m		T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo	T	P	motivo			
0→1	110		50	29	semáforo	19																										
1→2	130		37	15	semáforo	53	7	interseção saturada	13			10	semáforo	57	28													38		semáforo		
2→3	200		116	37	semáforo	58	22	semáforo	77	46		22	semáforo	119	46													51		semáforo		
3→4	160		94	47	semáforo	96	59	semáforo	93	6			semáforo	42	16													8		interseção saturada		
4→5	100		50	27	semáforo	26	7	interseção saturada	48	31			semáforo	15														20		semáforo		
5→6	160		60	32	semáforo	54	27	semáforo	58	34			semáforo	37	7													36		semáforo		
6→7	190		25			26			26					29	7																	
7→8	200		19			17			25					18																		
8→0	220		40	20	semáforo	53	26	semáforo	44	18			semáforo	38	10													24		semáforo		

Legenda: T= tempo total de percurso / P= tempo parado

Método do Observador Móvel II



Condutor: Paulo Morais
Operador: Pedro Ferreira

Condutor: Albino Silva
Operador: Pedro Ferreira

Data: 12 de Maio de 2015

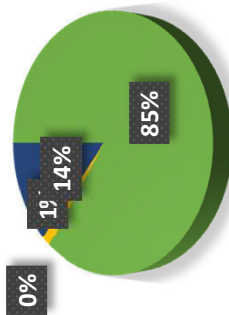
Data: 18 de Junho 2015

Troço	Hora Ponta (SIGA on)					Hora de Ponta (SIGA on, Féria escolares)				
	Extensão (m)	Tempo médio percurso (s)	Tempo médio parado (s)	Proporção de tempo parado	Velocidade média	Tempo médio percurso (s)	Tempo médio parado (s)	Proporção de tempo parado	Velocidade média	Diferença (s)
0→1	110	25	5,8	23,20%	15,84	16,6	0	0,00%	23,86	-8
1→2	130	44,6	19,6	43,95%	10,49	24,6	9,8	39,84%	19,02	-20
2→3	200	98,2	47	47,86%	7,33	48,8	23,2	47,54%	14,75	-49
3→4	160	83,2	47,2	56,73%	6,92	76,4	44,6	58,38%	7,54	-6
4→5	100	36,2	17	46,96%	9,94	42,6	22,2	52,11%	8,45	7
5→6	160	54,4	27,2	50,00%	10,59	56,4	31,6	56,03%	10,21	2
6→7	190	24,6	1,4	5,69%	27,80	25,2	2,6	10,32%	27,14	1
7→8	200	19,4	0	0,00%	37,11	25,2	5,2	20,63%	28,57	6
8→0	220	45	19,6	43,56%	17,60	60	25,8	43,00%	13,20	15

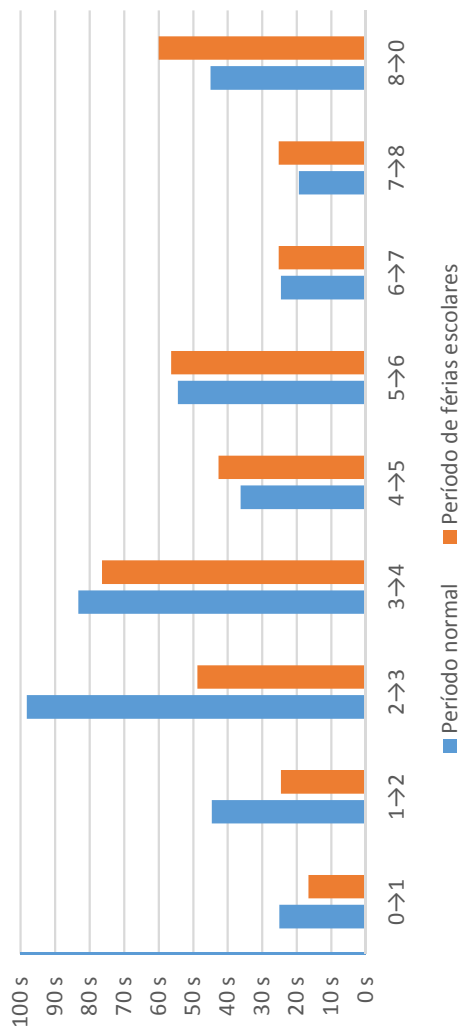
Motivos de paragem:

semáforo	85%
acidente	0%
passadeira	2%
paragem bus	0%
interseção saturada	14%

Motivos de paragem



Tempo médio de percurso



Velocidade média = km/h

Estudo da zona: Constituição

Condutor: Bruno Cardoso

Operador: Pedro Ferreira

Operador:

Data: 23 de Junho 2015

Estado meteorológico: Nublado

Método do observador móvel II



Troço	Extensão m	Corrida: T	1 P	Início: 8:45 motivo	Corrida: T	2 P	Início: 8:55 motivo	Corrida: T	3 P	Início: 9:08 motivo	Corrida: T	4 P	Início: 9:18 motivo	Corrida: T	5 P	Início: 9:28 motivo
0→1	110	22			46	24	passadeira	16			49	28	semáforo	12		
1→2	130	10			17			31	14	semáforo	54	15	semáforo	16		
2→3	200	67	44	semáforo	22			41	13	interseção saturada	67	35	semáforo	209	60	interseção saturada
3→4	160	29			164	50	semáforo	144	82	semáforo	96	70	semáforo	106	80	semáforo
4→5	100	42	25	interseção saturada	22	80	semáforo	38	13	interseção saturada	13			85	57	semáforo
5→6	160	34	12	semáforo	22			25			56	36	semáforo	28		
6→7	190	35			22			34			24			29		
7→8	200	26			48	10	semáforo	23			73	47	semáforo	41	8	semáforo
8→0	220	25			43	10	semáforo	81	53	semáforo	65	33	semáforo	26		

Legenda: T= tempo total de percurso / P= tempo parado

Método do Observador Móvel II



Conductor: Albino Silva
 Operador: Pedro Ferreira

Data: 18 de Junho 2015

Conductor: Bruno Cardoso
 Operador: Pedro Ferreira

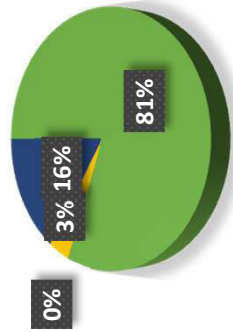
Data: 23 de Junho 2015

Troço	Hora de Ponta (SIGA on, Férias escolares)					Hora de Ponta (SIGA off, Férias escolares)				
	Extensão (m)	Tempo médio percurso (s)	Tempo médio parado (s)	Proporção de tempo parado	Velocidade média	Tempo médio percurso (s)	Tempo médio parado (s)	Proporção de tempo parado	Velocidade média	Diferença (s)
0→1	110	16,6	0	0,00%	23,86	29	10,4	35,86%	13,66	13
1→2	130	24,6	9,8	39,84%	19,02	25,6	5,8	22,66%	18,28	1
2→3	200	48,8	23,2	47,54%	14,75	81,2	52,8	65,02%	8,87	33
3→4	160	76,4	44,6	58,38%	7,54	107,8	72,4	67,16%	5,34	32
4→5	100	42,6	22,2	52,11%	8,45	40	20	50,00%	9,00	-2
5→6	160	56,4	31,6	56,03%	10,21	33	9,6	29,09%	17,45	-23
6→7	190	25,2	2,6	10,32%	27,14	28,8	0	0,00%	23,75	4
7→8	200	25,2	5,2	20,63%	28,57	42,2	13	30,81%	17,06	17
8→0	220	60	25,8	43,00%	13,20	48	19,2	40,00%	16,50	-12

Motivos de paragem:

semáforo	81%
acidente	0%
passadeira	4%
paragem bus	0%
interseção saturada	16%

Motivos de paragem



Velocidade média = km/h

Tempo médio de percurso

