

ANÁLISE DOS FATORES DE IMPACTO NA CIRCULAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO NA CIDADE DO PORTO

FILIPPE JOSÉ MELO MOTA ALMEIDA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professora Doutora Sara Maria Pinho Ferreira

Coorientador: Mestre José Pedro Cardoso Brandão e Pinto Ferreira

JANEIRO DE 2021

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2020/2021

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2020/2021 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2018.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Sara Maria Pinho Ferreira, por toda a ajuda prestada, desde o início da discussão do tema até as correções finais, sempre mostrando interesse no trabalho desenvolvido e disponibilidade para sanar qualquer dúvida ou dificuldade que tenha aparecido durante o desenvolver do trabalho.

Ao engenheiro José Pedro Ferreira e à Câmara Municipal do Porto, pela ajuda disponibilizada e pelos dados fornecidos para este trabalho.

Aos meus pais, que sempre fizeram o possível e o impossível para que nunca faltasse nada, que me deram sempre todo o apoio necessário e nunca perderam a confiança em mim. Foram anos passados longe por um bem maior. Para sempre serei grato por vocês dizerem a frase “Você vai morar para Portugal”.

Não podia faltar a enjoada da família, minha irmã mais nova! Inês, obrigado por ser a amiga que é, por me aturar sempre impaciente, que dá mais prazer ainda em implicar. Não sei o que seria ser filho único.

À Tia Paula e a família, que me abriram as portas de casa e acolheram fazendo a adaptação ter sido fácil e me sentindo sempre em casa.

Aos meus amigos, os que caminham desde a vinda do Brasil para cá, os que entraram comigo, os que foram aparecendo a meio, todos os que direta ou indiretamente contribuíram para chegar até aqui.

RESUMO

Atualmente, é inegável o facto de o congestionamento estar a crescer na maioria dos centros urbanos. Com a migração da população das zonas periféricas e do interior para as áreas metropolitanas, o número de pessoas tem aumentado, agravado pelo fator do turismo.

Além deste aumento do congestionamento, há a questão ambiental. A necessidade de redução da emissão de gases poluentes, com o intuito de reduzir o aquecimento global, é sobejamente conhecida. A nível comparativo, a poluição causada pelos veículos automóveis apenas fica atrás do setor industrial.

Com base nestas duas condicionantes, é de vital importância que o uso do Transporte Público (TP) prevaleça sobre uso do Transporte Individual (TI). Uma vez que as áreas metropolitanas se encontram muito consolidadas e estruturadas, o investimento no aumento da infraestrutura é praticamente inviável, restando apenas o investimento em estudos de mobilidade e transportes para otimização da mobilidade de uma cidade, com especial foco no transporte público.

Com o desenvolvimento das novas tecnologias, existe uma grande facilidade na obtenção de todo o tipo de dados; entretanto, as diretrizes para o seu estudo não são claras. Com o aumento dos interesses em analisar este tipo de dados, surgiu a oportunidade de desenvolver esta dissertação em parceria com a Câmara Municipal do Porto (CMP), em que o grande objetivo é o de analisar os fatores que têm maior impacto na circulação do transporte público na cidade do Porto.

Nesse sentido, foram analisadas as velocidades entre paragens de 4 linhas de autocarros (207, 402, 502 e 602) operadas pela STCP entre 1 de janeiro de 2016 e 16 de maio de 2020. Esta análise foi feita tendo em consideração diferentes variáveis que descrevem diferentes períodos de tempo, tendo também sido realizado um levantamento das características das vias por onde circulam as referidas linhas.

Ao longo da dissertação é apresentado o trabalho desenvolvido, as variáveis e os fatores estudados, assim como os resultados obtidos com aplicação de um modelo estatístico. Após a análise e a discussão dos resultados, são apresentadas propostas de possíveis estudos futuros, assim como a enumeração de alguns parâmetros que devem ser analisados e talvez revistos.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte público, velocidade entre paragens, modelo estatístico, análise de dados.

ABSTRACT

Currently, it is undeniable that congestion is growing in most urban centers. With the migration of the population from the peripheral and inland areas to the metropolitan areas, the number of people has increased, aggravated by the tourism factor.

In addition to this increase of congestion, there is the environmental issue. The need to reduce emissions of polluting gases, in order to contain global warming is widely known. In comparison, the pollution caused by motor vehicles is only behind the industrial sector.

Based on these two conditions, it is vitally important that the use of Public Transport (TP) prevails over the use of Individual Transport (IT). Since the metropolitan areas are very consolidated and structured, the investment in increasing the infrastructure is practically infeasible, leaving only the investment in mobility and transport studies to optimize the mobility of a city, with a special focus on public transport.

With the development of new technologies, there is great ease in obtaining all types of data; however, the guidelines for their study are not clear. With the increase in interests in analysing this type of data, the opportunity arose to develop this dissertation in partnership with the Porto City Council (CMP), in which the main objective is to analyse the factors that have the greatest impact on public transport circulation in the city of Porto

In this regard, the speeds between stops of 4 bus lines (207, 402, 502 and 602) operated by STCP between 1 January 2016 and 16 May 2020 were analysed. This analysis was made taking into account different variables that describe different periods, having also carried out a survey of the characteristics of the roads through which these lines circulate.

Throughout the dissertation is presented the work developed, the variables and factors studied, as well as the results obtained with the application of a statistical model. After analysing and discussing the results, proposals for possible future studies are presented, as well as the enumeration of some parameters that should be analysed and perhaps revised.

KEYWORDS: Public transport, speed between stops, statistical model, data analysis.

ÍNDICE GERAL

ANÁLISE DOS FATORES DE IMPACTO NA CIRCULAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO NA CIDADE DO PORTO.....I

1 INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.2. OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO	1
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	2
2 ENQUADRAMENTO.....	3
2.1. TRANSPORTE PÚBLICO	3
2.1.1. TRANSPORTE PÚBLICO VS TRANSPORTE INDIVIDUAL.....	3
2.1.2. MEDIDAS DIRETAS DE APOIO AOS TP.....	5
2.1.3. MEDIDAS INDIRETAS DE APOIO AOS TP.....	6
2.2. CASO DA CIDADE DO PORTO	7
2.2.1. SERVIÇO DE TRANSPORTES COLECTIVOS DO PORTO, S.A. (STCP).....	7
2.2.2. PLANO DIRETOR MUNICIPAL	7
2.2.2.1. Hierarquia Viária.....	7
2.2.2.2. Ocupação do Solo.....	8
3 METODOLOGIA.....	11
3.1. DESCRIÇÃO DAS LINHAS	11
3.1.1. LINHAS E TRAMOS ESTUDADOS	12
3.1.1.1. Linha 207.....	12
3.1.1.2. Linha 402.....	13
3.1.1.3. Linha 502.....	14
3.1.1.4. Linha 602.....	14
3.1.2. VARIÁVEIS.....	15
3.1.2.1. Velocidade entre paragens.....	15
3.1.2.2. Variáveis temporais.....	15
3.1.2.3. Variáveis Espaciais	16
3.1.2.4. Variáveis de Operação.....	18
3.2. DESCRIÇÃO DOS DADOS	18
3.2.1. ANÁLISE LINHA 207	19
3.2.2. ANÁLISE LINHA 402	21
3.2.3. ANÁLISE LINHA 502	23
3.2.4. ANÁLISE LINHA 602	25
3.2.5. ANÁLISE CONJUNTA DAS QUATRO LINHAS.....	27

3.3. MODELO LINEAR GENERALIZADO	29
4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	30
4.1. INTRODUÇÃO.....	30
4.2. RESULTADOS DA LINHA 207	30
4.3. RESULTADOS DA LINHA 402	34
4.4. RESULTADOS DA LINHA 502	38
4.5. RESULTADOS DA LINHA 602	40
4.6. RESULTADOS DA ANÁLISE CONJUNTA	43
4.7. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	47
4.7.1. ANO.....	47
4.7.2. MÊS.....	48
4.7.3. DIA DA SEMANA	49
4.7.4. PERÍODO DA HORA.....	50
4.7.5. COVID	51
4.7.6. FERIADO	52
4.7.7. HIERARQUIA VIÁRIA	52
4.7.8. OCUPAÇÃO DO SOLO	53
4.7.9. CARACTERIZAÇÃO DA VIA.....	54
4.7.10. VARIÁVEIS DE DENSIDADE	55
5 CONCLUSÕES	57
ANEXOS.....	62
5.1. MLG LINHA 207	63
5.2. MLG LINHA 402.....	70
5.3. MLG LINHA 502.....	77
5.4. MLG LINHA 602.....	84
5.5. MLG ANÁLISE CONJUNTA	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização da Hierarquia por função. (Maia Seco, Álvaro; Antunes, António; Pires da Costa, Américo; Silva, Ana; 2008)	8
Figura 2 - Linhas STCP, Fonte: CMP	11
Figura 3 - Comparação Variável Ano	48
Figura 4 - Comparação da Variável Mês.....	49
Figura 5 - Comparação Variável Dia da Semana	50
Figura 6 - Comparação Variável Período do Dia.....	51
Figura 7 - Comparação da variável Covid	52
Figura 8 – Comparação da variável Feriados	52
Figura 9 - Comparação Hierarquia Viária.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 10 - Comparação Ocupação do Solo.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 11 - Comparação da Caracterização da Via	54
Figura 12 - Comparação Variáveis Densidade.....	56

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo energético EU (Mtoe) [2000-2011] (European Comission, 2019).....	4
Tabela 2 - Consumo energético EU (Mtoe) [2012-2017] (European Comission, 2019).....	4
Tabela 3 - Tramos Linha 207.....	13
Tabela 4 - Tramos Linha 402.....	13
Tabela 5 - Tramos Linha 502.....	14
Tabela 6 - Tramos Linha 602.....	15
Tabela 7 - Categorias do Período da Hora.....	16
Tabela 8 - Observação Hierarquia Viária.....	17
Tabela 9 - Observação Ocupação do Solo.....	17
Tabela 10 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 207.....	19
Tabela 11 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 207.....	20
Tabela 12 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 402.....	21
Tabela 13 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 402.....	22
Tabela 14 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 502.....	23
Tabela 15 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 502.....	24
Tabela 16 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 602.....	25
Tabela 17 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 602.....	26
Tabela 18 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linhas Conjuntas.....	27
Tabela 19 - Descrição estatística variáveis contínuas Linhas Conjuntas.....	28
Tabela 20 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 207.....	30
Tabela 21 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 402.....	34
Tabela 22 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 502.....	38
Tabela 23 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 602.....	41
Tabela 24 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Análise Conjunta.....	44
Tabela 25 - Comparação dos coeficientes da variável Ano.....	47
Tabela 26 - Comparação dos coeficientes da variável mês.....	48
Tabela 27 - Comparação dos coeficientes da variável dia da semana.....	49
Tabela 28 - Comparação dos Coeficientes Período da Hora.....	50
Tabela 29 - Model Information Linha 207.....	63
Tabela 30 - Case Processing Summary Linha 207.....	63
Tabela 31 - Categorical Variable Information Linha 207.....	63
Tabela 32 - Continuous Variable Information Linha 207.....	64

Tabela 33 - Goodness of Fit Linha 207.....	65
Tabela 34 - Omnibus Test Linha 207	65
Tabela 35 - Tests of Model Effects Linha 207.....	66
Tabela 36 - Parameter Estimates Linha 207.....	67
Tabela 37 - Correlations of Parameter Estimates Linha 207	68
Tabela 38 - Model Information Linha 402.....	70
Tabela 39 - Case Processing Summary Linha 402.....	70
Tabela 40 - Categorical Variable Information Linha 402.....	70
Tabela 41 - Continuous Variable Information Linha 402.....	71
Tabela 42 - Goodness of Fit Linha 402.....	72
Tabela 43 - Omnibus Test Linha 402	72
Tabela 44 - Tests of Model Effects.....	73
Tabela 45 - Parameter Estimates Linha 402.....	73
Tabela 46 - Correlation of Parameters Estimates Linha 402	75
Tabela 47 - Model Information Linha 502.....	77
Tabela 48 - Case Processing Summary.....	77
Tabela 49 - Categorical Variable Information Linha 502.....	77
Tabela 50 - Continuous Variable Information Linha 502.....	78
Tabela 51 - Goodness of Fit Linha 502.....	79
Tabela 52 - Omnibus Test.....	79
Tabela 53 - Tests of Model Effects Linha 502.....	80
Tabela 54 - Parameter Estimates Linha 502.....	80
Tabela 55 - Correlation of Parameter Estimates.....	82
Tabela 56 - Model Information Linha 602.....	84
Tabela 57 - Case Processing Summary Linha 602.....	84
Tabela 58 - Categorical Variable Information Linha 602.....	84
Tabela 59 - Continuous Variable Information Linha 602.....	85
Tabela 60 - Goodness of Fit Linha 602.....	86
Tabela 61 - Omnibus Test Linha 602	86
Tabela 62 - Tests of Model Effects Linha 602.....	87
Tabela 63 - Parameter Estimates Linha 602.....	87
Tabela 64 - Correlation of Parameter Estimates Linha 602.....	89
Tabela 65 - Model Information Análise Conjunta.....	90

Tabela 66 - Case Processing Summary Análise Conjunta.....	90
Tabela 67 - Categorical Variable Information Análise Conjunta	90
Tabela 68 - Continuous Variable Information Análise Conjunta	91
Tabela 69 - Goodness of Fit Análise Conjunta.....	92
Tabela 70 - Omnibus Test Análise Conjunta.....	93
Tabela 71 - Tests of Model Effects Análise Conjunta.....	93
Tabela 72 - Parameter Estimates Análise Conjunta.....	94
Tabela 73 - Correlations of Parameter Estimates Análise Conjunta Parte 1.....	96
Tabela 74 - Correlations of Parameter Estimates Análise Conjunta Parte 2.....	97

SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

AMP – Área Metropolitana do Porto

CMP – Câmara Municipal do Porto

TP – Transporte Público

TI – Transporte Individual

PDM – Plano Diretor Municipal

PDMP – Plano Diretor Municipal do Porto

STCP – Sociedade de Transportes Colectivos do Porto

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Com base na preocupação existente a nível económico, ambiental e social, há um crescimento nos estudos relacionados com a mobilidade incluindo transporte público e tráfego.

São conhecidas as vantagens do transporte público (TP) relativamente ao transporte individual (TI) sendo de salientar o fator ambiental que se reflete na saúde e melhor qualidade de vida. Consequentemente, há que se encontrar maneira de contrariar a tendência crescente do uso do TI, fazendo com que o TP seja mais apelativo e cativador para um maior número de pessoas. Para isto, é preciso identificar as suas condicionantes, os seus constrangimentos e fatores a melhorar com eventuais prejuízos para o TI.

Um dos fatores muito relevantes para os passageiros do transporte público é a pontualidade e a frequência. Considerando que o TP circula geralmente em vias partilhadas com o TI, a sua desejável circulação é constantemente afetada nomeadamente pelo congestionamento. É por isso, relevante monitorizar a circulação do TP e identificar quando e onde a circulação é afetada e respetivos fatores com impacto na sua circulação.

1.2. OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação, realizada em ambiente empresarial na Câmara Municipal do Porto, tem como principal objetivo analisar o efeito de um conjunto de variáveis previamente selecionadas tem na circulação do transporte público na cidade do Porto, mais precisamente, na velocidade entre paragens. As variáveis selecionadas procuram descrever a variação da velocidade no tempo e no espaço relativo ao percurso do TP.

A metodologia abordada para realização deste trabalho assentou nos seguintes passos:

- Pesquisa e estudo de trabalhos realizados no mesmo âmbito.
- Avaliação de melhores abordagens para o caso de estudo da cidade do Porto
- Tratamento dos dados recebidos.
- Aplicação de um software para aplicação do modelo estatístico, e respetiva análise dos resultados.

Com estes passos, procurou-se encontrar e perceber o impacto que o conjunto de variáveis exercem sobre a velocidade entre paragens. Nesse sentido, através da aplicação de um modelo estatístico, os coeficientes estimados são analisados e discutidos.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos, que estão organizados de maneira a compreender a abordagem ao caso de estudo.

No primeiro capítulo, é feita uma abordagem sucinta geral do trabalho, juntamente com os seus objetivos.

Em seguida, é realizado um enquadramento dos assuntos necessários para compreensão do trabalho, onde se explicam a origem de variáveis que serão abordadas, e as razões que motivaram a realização deste estudo.

No terceiro capítulo, é feita uma apresentação e descrição das linhas de autocarros analisadas, das variáveis existentes no trabalho e do modelo estatístico que será aplicado.

O capítulo 4 discute os resultados obtidos para cada cenário apresentado no capítulo 3 que posteriormente foi analisado com base no modelo estatístico. No fim do capítulo, apresenta-se uma verificação comparativa dos resultados das variáveis em cada análise.

Por fim, é apresentado um último capítulo, com as conclusões realizadas e discussão de possíveis futuros trabalhos a serem desenvolvidos.

2 ENQUADRAMENTO

2.1. TRANSPORTE PÚBLICO

Os transportes públicos são os veículos de transportes de passageiros veículos automóveis remunerados, em regime de exploração de transporte de aluguer ou de transporte coletivo (Pires da Costa, 2008). Neste caso, os veículos são postos à disposição das pessoas mediante retribuição, não estando ao serviço exclusivo de nenhuma delas, sendo que os itinerários e frequências são devidamente aprovados e divulgados. Todos os transportes coletivos em automóveis são considerados serviço público e funcionam por regime de concessão.

Os principais fatores que sustentam o sistema de transportes para as viagens serem realizadas de forma mais eficiente, segura e com o menor impacto ambiental são o ordenamento do território, que influencia diretamente as linhas e a distribuição das viagens a serem efetuadas, o apoio ao transporte coletivo e as restrições ao TI, sendo estas últimas duas mais detalhadas já a seguir.

2.1.1. TRANSPORTE PÚBLICO VS TRANSPORTE INDIVIDUAL

Com base em dados divulgados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), relativos a 2017, pode-se concluir que o TI é o principal meio de transporte escolhido, sendo que na Área Metropolitana do Porto (AMP) o TI corresponde a 67,6% das viagens, contra 11,1% do TP. Dos motivos apresentados pelos inquiridos, a razão de “ser mais rápido” teve uma representação de 58,4% e “ser mais confortável” teve uma representação de 49,8% das respostas, seguidos de motivos como a rede de transporte e as linhas disponíveis não terem ligação direta ao destino pretendido e o serviço de transportes não ter a frequência ou fiabilidade necessária. É preocupante ver que os dados indicam que a principal razão para as pessoas que utilizam o TP está no facto de não conduzirem ou não possuírem um veículo automóvel. O que mostra que apesar dos números apresentarem alguma procura por parte do total da população, esta procura reflete uma falta de oportunidade destas pessoas. Isto realça a necessidade de aumentar a atratividade do TP.

É importante ter em causa a questão social, pois percebe-se que por mais atrativo que o TI seja, devido ao seu conforto e flexibilidade relativamente à ligação origem e destino final, há grupos de cidadãos que não têm esta opção de uso, por razões físicas, económicas ou legais, estando completamente aquém do TI para se deslocarem.

Por outro lado, a questão ambiental é atualmente um fator muito importante de decisão para políticas de transporte. De acordo com os dados apresentados nos últimos “EU – Transport in Figures Statistical Pocketbook” (European Commission), o consumo energético da União Europeia no setor do Transporte

esteve em ascensão durante os anos de 2000-2006, superando o setor industrial que durante muito tempo foi o maior consumidor energético.

É possível observar na Tabela 1 e na Tabela 2 que após a ascensão registada, o setor do transporte reduziu o consumo energético, apesar de haver um crescimento entre os anos 2014-2016, finalizando com uma grande redução em 2017. Observa-se que no intervalo total, o sub-setor das Estradas está em diminuição de consumo energético de 2006-2013, entretanto regista subidas até 2017. No total, Transporte, e particularmente o sub-setor de Estrada, representam um consumo energético muito elevado.

Tabela 1 - Consumo energético EU (Mtoe) [2000-2011] (European Comission, 2019)

Sector	2000	2006	2007	2008	2010	2011
Indústria	328,18	323,3	322,9	317,9	291,6	287,1
Transporte	281,41	370,1	377,2	374,3	365,2	364,1
Estrada	252,54	303,3	309,1	304,2	299,7	297,6
Caminho de Ferro	8,2	9,1	9,4	9,3	7,4	7,3

Tabela 2 - Consumo energético EU (Mtoe) [2012-2017] (European Comission, 2019)

Sector	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Indústria	282,8	276,6	274,8	274,7	276,8	261
Transporte	351,7	348,5	352,9	358,6	367,3	326,9
Estrada	287,5	285	289,8	294	300,2	306,2
Caminho de Ferro	7	6,7	6,2	6,2	6,4	6,5

Daqui se depreende o papel do TP que contribuiu para a diminuição do congestionamento, que é um fator que contribui para a poluição atmosférica pelo aumento das emissões em particular em situação de condução de pára-arranca. Acresce ainda o recente investimento do setor do TP nas frotas a gás natural e autocarros elétricos o que contribuiu para o aumento da qualidade do ar nas cidades.

Visto as necessidades de uma maior utilização do TP, é importante perceber as vantagens e desvantagens comparativamente ao seu maior competidor de atratividade, o TI. Em seguida, apresentam-se alguns exemplos relativos às vantagens e desvantagens de cada modalidade (Oliveira e Pires da Costa, 2013):

- Vantagens do Transporte Individual
 - Liberdade de locomoção, tanto a nível de localização como a nível horário, fazendo que a qualquer momento seja possível realizar uma viagem porta a porta, o que agrega comodidade à sua utilização;
 - Devido ao percurso ser direcionado para a necessidade específica, consequentemente é realizado o percurso mais curto, também resultando por norma, em menor tempo gasto;

- Na maior parte dos veículos, permite carregar uma carga maior;
- Por ser um bem pessoal, apresenta maior privacidade e conforto;
- Vantagens do Transporte Público:
 - Não há um custo de aquisição e também tem um custo de utilização menor, comparado ao TI.
 - Maior segurança em questão de acidentes, sendo que regista um menor número de sinistros do que o TI.
 - Uma política mais sustentável para a sua envolvente, pois quando comparado ao número de veículos necessários para transportar o mesmo número de pessoas em formato TI, emite menos poluição, sonora e aérea, gera menor congestionamento, menor consumo energético e faz com que haja menos acidentes na cidade.

De maneira recíproca, as vantagens apresentadas para uns são as desvantagens dos outros, sendo elas as seguintes:

- Desvantagens TI:
 - Há um custo de aquisição, que pode variar bastante, assim como o custo de utilização.
 - Maior risco de acidentes;
 - Caso não haja uma garagem privada, condiciona-se à locais particulares, gerando mais um custo, ou então aos lugares existentes na via pública.
 - O desgaste provocado pela condução.
- Desvantagens TP:
 - Horários e percursos condicionados pelas frequências e rede existente.
 - Não permite transportar muitas cargas;
 - Em alguns casos, incompatibilidade para alteração de modalidade de transporte ou mesmo alteração de linha.

Estes casos apresentados servem para perceber que medidas é que podem ser aplicadas para enaltecer o TP diminuindo a atratividade do TI.

2.1.2.MEDIDAS DIRETAS DE APOIO AOS TP

As medidas diretas de apoio ao TP são aquelas que são aplicadas diretamente no seu favorecimento, fazendo aumentar a sua atratividade. Alguns dos fatores principais em causa são aumentar a fiabilidade do sistema, ao reduzir os atrasos sofridos pelas viaturas, devido a congestionamento e também reduzir os custos de operação. Abaixo, seguem algumas das medidas de apoio direto aos TP:

- Sistema tarifário e bilhética: Não se pode negar que os avanços registados na tecnologia de suporte da bilhética são notáveis. Desde a flexibilização de tarifários com o zonamento da cidade, até mais recentemente a criação de passes sociais, o passe único e também o passe família. Além da alteração aos valores, foram notáveis os avanços tecnológicos trazendo comodidade aos passageiros. Estas tecnologias permitem às operadoras proceder a recolha de dados, podendo ser estudados para otimizar o TP.

- Rede de TP: A cobertura espacial e temporal da rede e a criação de linhas para cobrir procura específicas de grupos de cidadãos têm influência significativa na atratividade do TP. A melhoria na qualidade das paragens, a nível de comodidade, segurança e informação apresentada, em conjunto com a frequência e a pontualidade dos serviços oferecidos, aumentam a atratividade do TP.
- Prioridade do TP: A criação de vias exclusivas de circulação dos TP aumenta a sua velocidade de operação, criando uma competição direta com o TI, já que estes estariam parados no congestionamento.
- Frota e pessoal: Estas medidas atuam diretamente na interface com o passageiro, pois as questões de limpeza, conforto, segurança são todas consideradas durante o período de uso do TP. Posto isto, estas características podem afetar diretamente as pessoas que utilizam o TP por opção. Além destas características, os comportamentos do condutor, a nível de atendimento e maneira de condução, também são valorizados para melhorar a atratividade do TP.

Das medidas referidas destaca-se a prioridade ao TP através da implementação de vias exclusivas, nomeadamente as vias Bus, por ser uma medida de decisão do gestor da via pública como é a CMP. A Via Bus é uma via de circulação reservada aos veículos de TP, geralmente implementadas em vias com elevado volume de tráfego, salvaguardando, contudo, o espaço de circulação do TI. Em algumas cidades, é autorizada a circulação de bicicletas e ciclomotores nas vias Bus. Os principais objetivos com a implementação deste tipo de via são:

- Redução do tempo de operação
- Melhorar a confiança no TP
- Aumentar a segurança dos passageiros
- Reduzir os custos de operação
- Aumentar a atratividade do TP face o TI

A implementação deste tipo de via implica a sua monitorização e fiscalização, para evitar o uso indevido, caso contrário o investimento torna-se contraproducente.

Apesar das vantagens das vias Bus, também existem consequências que é importante ter em consideração para a decisão da sua implementação. É o caso de estas implicarem uma redução da capacidade da via, pois elimina-se uma via o que pode aumentar o congestionamento.

2.1.3.MEDIDAS INDIRETAS DE APOIO AOS TP

Ao contrário das medidas diretas, as medidas indiretas são aquelas que são aplicadas aos transportes concorrentes, principalmente o transporte individual automóvel, por ser o principal concorrente do TP.

Medidas como o aumento de encargos financeiros na aquisição ou utilização dos TI têm influência na procura do TP. Estes encargos podem ser aplicados desde impostos anuais sobre os veículos, impostos aplicados na compra do veículo, impostos sobre os combustíveis. Também podem ser acrescentados encargos relacionados ao uso da infraestrutura, como por exemplo a tarifação urbana, em que para alguns tipos de veículos poderem circular por regiões definidas será necessária haver um dístico pago, a utilização de parquímetros, sendo atribuído um encargo para a utilização do estacionamento da via pública, também é possível criar um sistema de rotatividade de matrículas, em que caso o veículo queira ou necessite circular mais dias do que pode, deverá pagar uma autorização.

2.2.CASO DA CIDADE DO PORTO

Este trabalho, desenvolvido em parceria com a Câmara Municipal do Porto, tem como foco de estudo o caso da cidade do Porto. Visto isto, apresenta-se a seguir a descrição do TP da cidade bem como as características de ordenamento de território que como se referiu tem impacto na decisão do TP.

2.2.1.SERVIÇO DE TRANSPORTES COLECTIVOS DO PORTO, S.A. (STCP)

Atualmente, a STCP atua na AMP e em 2019, a sua rede possuía 492 quilómetros de extensão, distribuídos por 73 linhas (70 em modo autocarro e 3 em modo carro eléctrico) dentro do concelho do Porto (STCP, [s.d.]). A STCP assegura o TP relacionado com os autocarros e carros eléctricos e possui exclusividade dentro da cidade do Porto.

A sua atual missão é de “Prestar um serviço de transporte público urbano na Área Metropolitana do Porto (AMP), em articulação concertada com todo o ecossistema, contribuindo para a efetiva mobilidade das pessoas, disponibilizando uma alternativa competitiva ao transporte individual privado e gerando, pela sua atividade, benefícios sociais e ambientais, num quadro de inovação, de melhoria contínua, de racionalidade económica, e de sustentabilidade.”(STCP, [s.d.])

Com esta missão, torna-se urgente o investimento em medidas para melhorar a adesão ao transporte público, partindo da ideia de estudar quais são os eventuais constrangimentos existentes que influenciem a sua procura.

2.2.2.PLANO DIRETOR MUNICIPAL

De acordo com o Decreto-Lei n.º 80/2015, o Plano Diretor Municipal (PDM) é “o instrumento que estabelece a estratégia de desenvolvimento territorial municipal, a política municipal de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, o modelo territorial municipal” sendo um instrumento legal essencial na organização do território municipal. Define o plano estratégico de desenvolvimento territorial do município, servindo de referência para elaboração dos restantes planos municipais.

Para este trabalho, é importante perceber que é no PDM que é definida a Hierarquia Viária e a Ocupação do Solo municipal, sendo apresentada a carta de qualificação do solo e a carta de hierarquia rodoviária juntamente com a Planta de ordenamento.

2.2.2.1.Hierarquia Viária

Para um desenho eficiente de uma rede rodoviária, é necessário haver uma estruturação baseada numa especialização de acordo com a funcionalidade que a via apresentará. São considerados dois conjuntos: as vias estruturantes (Coletoras e Distribuidoras Principais) e as vias locais (Distribuidora Local e Acesso Local).

As vias estruturantes vão garantir a função de circulação, que está associada ao período das viagens entre a proximidade da origem e a proximidade do destino, onde há uma dependência da garantia de condição para o tráfego ser fluído, rápido e seguro de deslocação, providenciado por eixos viários com capacidade suficiente.

As vias locais, tem como função garantir o acesso aos espaços urbanos, ou espaços de estacionamento, onde é oferecida uma condição de circulação segura em marcha reduzida, para execução de manobras de acesso aos espaços adjacentes ou aos estacionamentos.

Como se observa na Figura 1, a caracterização da hierarquia viária existente será definida por medição da função designada, sendo as duas principais funções, inversamente proporcionais.

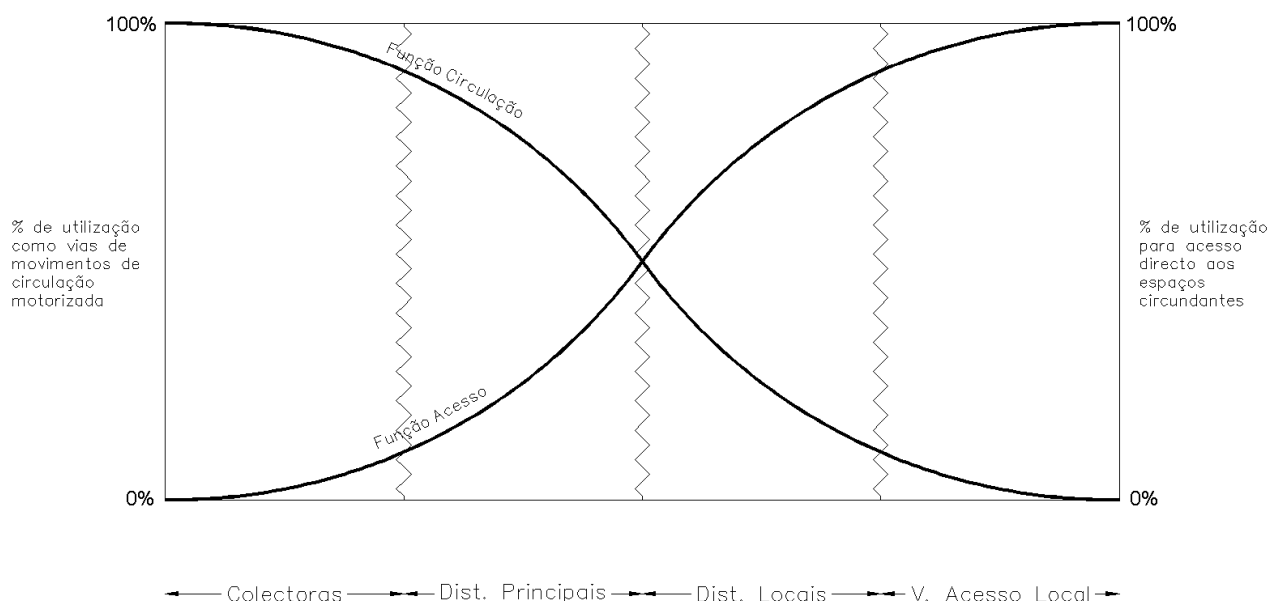


Figura 1 - Caracterização da Hierarquia por função. (Maia Seco, Álvaro; Antunes, António; Pires da Costa, Américo; Silva, Ana; 2008)

2.2.2.2.Ocupação do Solo

De acordo com o Aviso n.º 14332/2012 publicado em Diário da República, 2.ª série – N.º 207 – 25 de Outubro de 2012, apresentam-se as categorias consideradas pelo Plano Diretor Municipal do Porto, relevantes para a compreensão deste trabalho e o que está agrupado em cada uma:

- **Áreas Históricas:** Correspondem ao tecido consolidado mais antigo da cidade e aos restantes núcleos rurais primitivos que ainda conservam a estrutura, com significativa representatividade urbanística e arquitetónica, que há um interesse em preservar e requalificar. Compreende o centro histórico do Porto, a Foz velha e alguns núcleos históricos designados.
- **Área Verde:** Correspondem a parques públicos ou de utilização pública e também praças e jardins com carácter estruturante do verde urbano.
- **Área de frente urbana contínua consolidada:** correspondem a áreas estruturadas em quarteirão, com edifícios predominantemente à face dos arruamentos, em que há uma consolidação da frente urbana edificada e o espaço público. Pretende-se a manutenção e valorização das malhas existentes.
- **Área de frente urbana contínua em consolidação:** As mesmas características da anterior, mas ainda não estão consolidadas.
- **Área de habitação de tipo unifamiliar:** áreas com prevalência de edifícios de habitação de tipo unifamiliar, que devem ser mantidas como tal, ou então são determinadas pelo PDMP para terem essa tipologia.

- Área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva: áreas da cidade de formação recente, maioritariamente compreendidas por habitação coletiva, ou de uso misto.
- Área de equipamento: Correspondente às parcelas afetas ou a afetar à instalação de equipamentos de interesse público com carácter estruturante no ordenamento e funcionalidade da cidade.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento do caso de estudo, desde a recolha e tratamento da base de dados a partir da informação fornecida pela CMP até à descrição dos modelos estatísticos finais aplicados.

3.1.DESCRICÃO DAS LINHAS

Atualmente, a CMP está a monitorizar o horário de passagem nas paragens das seguintes linhas de transporte publico da STCP: 207, 402, 500, 502, 600, 602, 701 e 802, formando a rede existente de acordo com a Figura 2. Contudo, os dados enviados à CMP, e consequentemente considerados no presente estudo, compreendem a informação relativa a um conjunto de paragens previamente selecionadas pela CMP como mais relevantes para monitorizar. De referir que estes conjuntos de paragens não consideram os terminais das linhas para não ser contabilizado o possível tempo de suporte realizado.



Figura 2 - Linhas STCP, Fonte: CMP

Através do registo do tempo entre paragens (tempo de circulação entre paragens), e em conjunto com a medição das distâncias dos tramos percorridos pelos autocarros, a CMP criou uma base de dados em que regista a Velocidade entre paragens por cada tramo observado. Sendo o registo realizado desde 2016, e com 8 linhas, tornam-se bases de dados com muita informação (*Big Data*), somando aproximadamente quatro milhões e quinhentas mil observações distintas.

Esta base de dados contém a informação da Velocidade entre paragens distinguindo por diferentes períodos de tempo como sejam o Ano, Mês, Dia da Semana, Período da Hora. Desta forma, é possível analisar como a velocidade entre paragens varia temporalmente.

Com o intuito de estender o estudo da velocidade entre paragens a uma análise também espacial, foi realizada uma recolha de dados de forma a caracterizar cada tramo. Considerou-se assim numa primeira fase, a recolha de dados de variáveis que caracterizam de forma mais indireta as características geométricas e funcionais de cada tramo, designando-se estas variáveis de macro: Hierarquia Viária e a Ocupação do Solo Existente. Posteriormente, considerou-se, também, variáveis que caracterizam geometricamente e funcionalmente o tramo de forma direta (variáveis micro): a densidade de semáforos (número de semáforos por quilómetro), densidade de paragens (número de paragens por quilómetro), existência de via bus (comprimento de via bus), e número de vias no sentido de circulação do autocarro. A recolha desta informação foi realizada com recurso ao Google Maps, e ao MIPWEB Portal de Informação Geográfica da CMP.

Assim, para cada linha é então criada uma base de dados que caracteriza de forma temporal a velocidade entre paragens de cada tramo bem como a caracterização geométrica e funcional dos mesmos.

3.1.1. LINHAS E TRAMOS ESTUDADOS

Como referido anteriormente, de momento a CMP está a monitorizar oito linhas operadas pela STCP. Neste trabalho vão ser consideradas quatro linhas dada a quantidade de informação que é necessário recolher.

Os tramos considerados já estavam pré-definidos de acordo com os critérios da CMP, sendo estes agrupados para uma análise de zonas e até de arruamentos, o que explica o fato de existir uma heterogeneidade no comprimento do tramo, ou número de paragens por tramo.

A seguir descreve-se as linhas selecionadas para o presente estudo.

3.1.1.1. Linha 207

A linha 207 é uma linha diametral, a única do estudo com esta característica, que tem os seus terminais em Campanhã e na zona do Mercado da Foz, passando pelo centro do Porto, pelo Campo Alegre, e pela zona do Fluvial. Considerando o trecho de ida no sentido de Campanhã ao Mercado da Foz, este tem uma extensão de aproximadamente 11,4 quilómetros e 11,2 quilómetros no trecho da volta.

Com a informação atual da STCP, esta linha funciona de segunda-feira a domingo, com o primeiro serviço às 06:00 e o último às 21:00, reduzindo a número de serviços durante o fim de semana. Nos horários de Ponta da Manhã e Ponta da Tarde, o seu período entre passagens é de doze e onze minutos, respetivamente. Entretanto, para o estudo em causa, os dados estão datados de 01/01/2016 até 16/05/2020, e até esta data, esta linha apenas operava de segunda a sábado de manhã.

A divisão dos tramos que foi feita para esta linha, implicou na criação de cinco tramos em cada sentido, sendo eles descritos na Tabela 3

Tabela 3 - Tramos Linha 207

Ida	Volta
Pinto Bessa-Batalha	Pr. do Império-Lordelo
PBSS2-BTLH1	PRI4-LRDL2
Batalha-Carmo	Lordelo-Pr. da Galiza
BTLH1-CMO	LDR2-PRG6
Carmo-Pr. da Galiza	Pr. da Galiza-Hosp. Sto. António
CMO-PRG4	PRG6-HSA
Pr. da Galiza-Aleixo	Hosp. Sto. António-Est. S. Bento
PRG4-ALX1	HSA-SBNT2
Aleixo-Pr. do Império	Est. S. Bento-Pinto Bessa
ALX1-PRI1	SBNT2-PBSS1

3.1.1.2. Linha 402

A linha 402 pode ser classificada como radial, considerando que a zona da Praça de Mouzinho de Albuquerque ainda se insere no centro da cidade. Os seus terminais encontram-se no Bom Sucesso e em São Roque/Gama Barros, e passam pela região do Marquês, pela Avenida Fernão de Magalhães e por Contumil. Considerando o trecho de ida no sentido do Bom Sucesso à São Roque da Lameira, este tem o comprimento de aproximadamente 7,8 quilómetros e 7,6 quilómetros no trecho da volta.

Esta linha funciona de segunda-feira a domingo, com o primeiro serviço às 06:00 e o último à 00:00, reduzindo a número de serviços durante o fim de semana. Nos horários de Ponta da Manhã e durante o dia, funciona com o período entre passagens de dezoito minutos e no horário de Ponta da Tarde, o seu período de passagens é de quinze em quinze minutos.

A divisão dos tramos que foi feita para esta linha, implicou na criação de cinco tramos em cada sentido, sendo eles descritos na Tabela 4

Tabela 4 - Tramos Linha 402

Ida	Volta
Boavista Correios - Marracuene	Sra. Campanhã – R. Contumil
[BVCT1-MRR1]	[SRC2-RCON]
Marracuene - Marquês	R. Contumil – S. Crispim
[MRR1-MPL11]	[RCON-SCR1]
Marquês – Coutinho Azevedo	S. Crispim – Marquês
[MPL11-CAZ]	[SCR1-MPL7]

Coutinho Azevedo – Fernão Magalhães [CAZ-FMAG]	Marquês – Serpa Pinto [MPL7-SP]
Fernão Magalhães – Navas Tolosa [FMAG-NVT]	Serpa Pinto – Boavista-Casa da Música [SP-BCM1]

3.1.1.3. Linha 502

A linha 502 é classificada como radial, visto que o seu início, o Mercado do Bolhão, se encontra no centro histórico do Porto. Além do Bolhão, o outro terminal encontra-se no Mercado de Matosinhos. De notar que o estudo foca-se na operação das linhas dentro do concelho do Porto e como tal as paragens localizadas no concelho de Matosinhos não foram monitorizadas, sendo então considerado para o estudo, a última paragem existente dentro do concelho do Porto, Praça Cidade Salvador. Considerando o trecho de ida no sentido do Bolhão ao Mercado de Matosinhos, este tem o comprimento de aproximadamente 8,3 quilómetros e 8,7 quilómetros no trecho da volta.

Esta linha funciona de segunda-feira a domingo, com o primeiro serviço às 06:00 e o último à 00:00, reduzindo a número de serviços durante o fim de semana. Nos horários de Ponta da Manhã e Ponta da Tarde, o seu período entre passagens é de onze e doze minutos, respetivamente.

A divisão dos tramos que foi feita para esta linha, implicou a criação de cinco tramos em cada sentido, sendo eles descritos na Tabela 5

Tabela 5 - Tramos Linha 502

Ida	Volta
Bolhão (Firmeza) - Carvalhosa [BLFZ1-CVA1]	Pr. Cid. Salvador – Fonte da Moura [PCID2-FTM5]
Carvalhosa – Boavista - Casa da Música [CVA1-BCM1]	Fonte da Moura - Foco [FTM5-FOCO3]
Boavista - Casa da Música - Foco [BCM1-FOCO1]	Foco – Boavista Cemitério [FOCO3-BVCM3]
Foco-Fonte da Moura [FOCO1-FTM4]	Boavista Cemitério - Cedofeita [BVCM3-CDF1]
Fonte da Moura – Pr. Cid. Salvador [FTM4-PCID3]	Cedofeita – Jornal de Notícias [CDF1-JN4]

3.1.1.4. Linha 602

A linha 602 é categorizada como radial, pois, assim como a linha 502, sai do Centro Histórico do Porto, Cordoaria, e dirige-se para a periferia. Também como acontece na linha 502, a monitorização feita pela CMP não considera as paragens que se encontram fora do Concelho do Porto. Assim, o terminal Aeroporto foi excluído, tendo-se monitorizado até a paragem Monte dos Burgos. Considerando o trecho

de ida no sentido da Cordoaria ao Aeroporto, este tem o comprimento de aproximadamente 4,7 quilómetros e 5,2 quilómetros no trecho da volta.

Esta linha funciona de segunda-feira a domingo, com o primeiro serviço às 06:00 e o último à 00:00, reduzindo a número de serviços durante o fim de semana. Nos horários de Ponta da Manhã e Ponta da Tarde, o seu período entre passagens é de doze e dezasseis minutos, respetivamente.

A divisão dos tramos que foi feita para esta linha implicou na criação de três tramos em cada sentido, sendo eles descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Tramos Linha 602

Ida	Volta
Carmo-Carvalhosa [CMO-CVA2]	Monte dos Burgos – Hosp. Prelada [MTB4-HPRL2]
Carvalhosa – Hosp. Prelada [CVA2-HPRL1]	Hosp. Prelada – Igreja Cedofeita [HPRL2-ICDF1]
Hosp. Prelada – Monte dos Burgos [HPRL1-MTB3]	Igreja Cedofeita – Hosp. Sto. António [ICDF1-HSA1]

3.1.2. VARIÁVEIS

Apresenta-se a seguir a descrição das variáveis da base de dados das linhas e que serão consideradas na aplicação do modelo estatístico mais à frente apresentado.

3.1.2.1. Velocidade entre paragens

A velocidade entre paragens é o indicador que caracteriza a operação do TP em cada tramo de cada linha. Com este indicador pretende-se analisar a variação da velocidade ao longo do tempo, mas também fatores que contribuem para a variação da velocidade nos diferentes espaços urbanos de cada tramo. Esta velocidade foi calculada com base na distância de cada tramo e o tempo medido entre paragens, cujos valores foram registados pela STCP.

Esta variável, utilizada pela CMP, permite monitorizar o funcionamento das linhas por tramo, sendo por isso um indicador de desempenho da linha.

Um indicador habitual de ser utilizado como referência, é a produtividade, que representa a distância total percorrida por unidade de tempo, calculada pela multiplicação do número de veículos operando numa linha e a velocidade comercial. Já que não há uma precisão exata para ser possível calcular a velocidade comercial, neste trabalho passou-se a estudar a velocidade entre paragens.

3.1.2.2. Variáveis temporais

As variáveis que descrevem a variação da velocidade entre paragens no tempo são o Ano, Mês, Dia da Semana e Período do Dia. Importa referir que a base de dados inclui o período de tempo entre 1 de janeiro de 2016 até 16 de maio de 2020, ou seja, 5 anos. Assim, será possível analisar a evolução da velocidade nestes últimos 5 anos e que poderá refletir algumas mudanças no ambiente urbano,

nomeadamente no tráfego. Da mesma forma a variável relativa ao mês permite medir a sazonalidade que ocorre durante o ano, resultante eventualmente do turismo, férias, etc, podendo indicar um padrão sazonal da velocidade entre paragens.

As categorias da variável “Período Hora” foram definidas pela CMP com base na informação fornecida pela STCP. Como é possível ver na Tabela 7, cada categoria corresponde a um período do dia ao qual corresponde diferentes frequências dos autocarros no decorrer do dia.

Tabela 7 - Categorias do Período da Hora

Período Hora	Intervalo
1 - Ponta Manhã	[07:30-09:30]
2 - Horário Normal	[09:30-16:30]
3 - Ponta Tarde	[16:30-19:00]
4 - Período 4	[06:00-07:30 19:00-21:00]
5 - Regime Livre	[21:00-06:00]

Com o objetivo de captar dias excecionais que possam refletir variações na velocidade, considerou-se ainda a variável “Feriados”. Para isto foi criada uma listagem de feriados desde 2016 até 2020, e cruzada com todas as observações, adicionando uma coluna à base de dados que assinalada a existência dos feriados.

Adicionalmente, e considerando que no ano de 2020 foi marcado pelo início da pandemia covid-19 e que levou ao confinamento do país, com restrições à circulação na via pública e com a necessidade das pessoas estarem recolhidas em casa, foi criada uma nova variável na base de dados que registasse este acontecimento. Os dados fornecidos pela CMP incluíam observações até o dia 16 de maio de 2020, e como tal todas as observações desde 18 de março até esta data foram identificadas como período pandémico o que corresponde a aproximadamente 40% das observações de 2020. De facto, é de esperar que este período tenha impacto significativo na velocidade entre paragens dos autocarros, pois há um menor tráfego, menores conflitos com por exemplo, atravessamento de peões e estacionamento indevidos.

3.1.2.3.Variáveis Espaciais

Para classificar as Hierarquias Viárias de cada tramo considerou-se a classificação do Plano Diretor Municipal do Porto, sendo que nenhum tramo coincidiu com uma via coletora ficando assim as seguintes três possíveis: Acesso Local, Distribuidora Local e Distribuidora Principal.

Devido ao facto de os comprimentos dos tramos existentes no estudo serem muito grandes, com valores de até 4 quilómetros, não foi possível classificar o tramo apenas por uma hierarquia viária. Em alternativa, optou-se por medir o comprimento em cada tramo correspondente a cada hierarquia viária e posteriormente dividir cada pelo comprimento do tramo, calculando assim uma proporção de cada hierarquia presente dentro do mesmo tramo.

Como referido anteriormente a medição desta variável foi possível com o suporte do Google Maps, e do MIPWEB Portal de Informação Geográfica da CMP. A título de exemplo apresenta-se a Tabela 8 que mostra um tramo da linha 207 que foi classificado segundo as três hierarquias viária possíveis e cuja soma dos três valores soma 1.

Tabela 8 - Observação Hierarquia Viária

Linha	Paragens	Acesso local	Distribuidora local	Distribuidora Principal	Total Hierarquia Viária
207	PBSS2-BTLH1	0,026	0,577	0,397	1

Esta variável foi considerada para o estudo em causa, pois agrega informação indireta do funcionamento e geometria da via, pois é esperado que uma via de acesso local represente pouco volume de tráfego e conflitos entre utilizadores viários e uma via distribuidora principal, seja caracterizada por mais.

Com o objetivo de incluir na base de dados um indicador que reflita a procura do transporte público e/ou a atividade do tramo onde circula o autocarro, considerou-se o levantamento da informação relativa à ocupação do solo.

Assim como na Hierarquia Viária, a Ocupação do Solo foi medida com o suporte do Google Maps, e do MIPWEB Portal de Informação Geográfica da CMP. As Ocupações de Solo possíveis no PDM do Porto são as seguintes: Área Histórica, Área de Frente Urbana Contínua Consolidada, Área de Frente Urbana Contínua em Consolidação, Área de Habitação do Tipo Unifamiliar, Área de Edificação Isolada com Prevalência de Habitação Coletiva, Área Empresarial do Porto, Área de Equipamento Existente.

Decidiu-se, para o presente estudo, agrupar as áreas de frente urbana consolidada e em consolidação como “Urbana”, as áreas de habitação do tipo unifamiliar e coletiva em “Habitação”, a área histórica com a área verde, pois foi considerado que os seus impactos seriam parecidos no caso de estudo, pois representam comportamento sazonal, relacionado com períodos de procura e tráfego pedonal. É de notar que para as linhas observadas, não passam em momento nenhum por nenhuma ocupação empresarial.

No caso da ocupação do solo verificou-se situações em que o arruamento coincide com a linha fronteira entre dois tipos de ocupação do solo, sendo necessário optar por um só tipo. Para tal, decidiu-se definir uma escala de prioridade que se apresenta a seguir de forma ascendente de prioridade: Habitação, Urbana, Histórica ou Verde e Equipamento. Nestes casos, considera-se como ocupação a categoria que se julga ter mais impacto no arruamento e consequentemente na procura de utilizadores do transporte público.

Da mesma maneira que a Hierarquia Viária, a Ocupação do Solo não pôde ser considerada em cada tramo com uma única classificação, sendo por isso, necessário criar quatro variáveis identificativas de cada ocupação possível, em que foi medido a proporção de cada ocupação no tramo presente.

A título de exemplo apresenta-se Tabela 9 a medição da ocupação de solo para um tramo da linha 602 onde se mediu três categorias das quatro possíveis.

Tabela 9 - Observação Ocupação do Solo

Linha	Paragens	Habitação	Urbana	Histórica ou Verde	Equipamento
602	MTB4-HPRL2	0,198	0,534	0,000	0,267

3.1.2.4. Variáveis de Operação

A variável “Via Bus” pretende identificar a presença da via bus no tramo. Contudo, dado o comprimento dos tramos é possível este só ter uma parte do seu comprimento com via bus. Assim, optou-se por medir o comprimento da via bus em cada tramo e calcular a proporção deste tipo de via no respetivo tramo, caso esta exista. A medição foi realizada com os mesmos recursos das variáveis medidas e referidas anteriormente.

De salientar a importância desta variável no estudo, pois esta reflete uma política de mobilidade urbana referenciada geralmente como muito relevante para a atratividade do TP por permitir uma maior fluidez da circulação dos autocarros facilitando o cumprimento dos horários fator fundamental para os passageiros. A implementação de vias bus tem sido alvo de diferentes estudos científicos tais como (Rocha, Albuquerque e Silva, 2020), (Zhu, 2010) e (Feng, Figliozzi e Bertini, 2015) O investimento para implementação de uma via bus é inferior ao investimento necessário para criação de novas vias ou de soluções mais impactantes tais como *Bus Rapid Transit*. Por isso, é importante perceber se a presença destas vias tem de facto o efeito esperado nas velocidades dos autocarros.

Foi calculado a percentagem existente classificada em uma, duas ou três vias de circulação. Devido ao elevado comprimento dos tramos, foi necessário calcular estas variáveis tal como se fez no caso das Variáveis Espaciais, tratando como variáveis contínuas e não categóricas.

Os recursos utilizados para a sua medição também foram os mesmos recursos informáticos utilizados nas variáveis anteriores, e devido a grande variação das dimensões dos tramos, estas variáveis foram transformadas em valores percentuais para poderem ser comparadas diretamente.

Devido a heterogeneidade do comprimento dos tramos, e considerando que cada tramo tem diferentes número de paragens intermédias decidiu-se incluir uma variável que represente estas diferenças. De facto, o número de paragens pelo comprimento do tramo pode ter um elevado impacto na variação da velocidade pois quanto maior a densidade de paragens menor será a velocidade.

Assim como a “Densidade de Paragens”, foi também calculada a variável “Densidade de Semáforos”. O estudo (Rocha, Albuquerque e Silva, 2020) apresenta o cálculo do atraso médio que cada semáforo provoca em um tramo. O autor concluiu que um tramo com uma maior densidade semaforica, tem uma maior probabilidade de atraso acumulado provocado pelos semáforos, implicando uma redução da velocidade. Outro estudo vai mais longe na medida em que analisa o impacto do tipo de sinalização semaforica (não atuados, semi atuados ou totalmente atuados) no atraso médio dos veículos (Lurdes Simões e Milheiro Oliveira, [s.d.]) tendo concluído que há um maior atraso quando os semáforos não são atuados.

3.2.DESCRICÃO DOS DADOS

Apresenta-se a seguir a descrição dos dados estatísticos relativos a cada linha em estudo e que serão utilizados na modelação estatística.

Para os subcapítulos subsequentes, é importante ressaltar que em todas as análises, tiveram de ser retiradas uma das variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária, a Ocupação do Solo e o número de vias, devido à colinearidade entre elas. A variável escolhida foi aquela que apresentou o maior número de observações. Por este facto, uma das variáveis de cada grupo será omitida na tabela dos resultados.

3.2.1. ANÁLISE LINHA 207

Na Tabela 10 e na Tabela 11 apresentam-se a descrição estatística das variáveis categóricas e contínuas, respetivamente. Nesta base de dados foram removidas seis observações por apresentarem valores improváveis eventualmente resultantes de erros de medição. Nestes casos os valores registados de velocidade entre paragens estavam acima dos 100km/h. Apesar do valor mínimo observado ser de 0,92 km/h, não foi considerado um erro já que a velocidade entre paragens é um cálculo que entra com o tempo parado, podendo por isso corresponder a um período de alto congestionamento.

Tabela 10 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 207

Variável	Categoria	nº de observações	Percentagem
Ano	5 – 2020	57316	8,2%
	4 – 2019	157406	22,4%
	3 – 2018	162030	23,1%
	2 – 2017	164680	23,5%
	1 - 2016	160683	22,9%
Mês	12 - Dezembro	52851	7,5%
	11 – Novembro	55152	7,9%
	10 – Outubro	55933	8,0%
	9 – Setembro	55695	7,9%
	8 – Agosto	45871	6,5%
	7 – Julho	56755	8,1%
	6 – Junho	50124	7,1%
	5 – Maio	60662	8,6%
	4 – Abril	62775	8,9%
	3 – Março	69523	9,9%
	2 – Fevereiro	65279	9,3%
	1 - Janeiro	71495	10,2%
Dia da Semana	7 – Sábado	60326	8,6%
	6 – Sexta-feira	126700	18,0%
	5 – Quinta-feira	128736	18,3%
	4 -Quarta-feira	130000	18,5%
	3 – Terça-feira	126804	18,1%
	2 – Segunda-feira	129290	18,4%
	1 – Domingo	259	0,0%

Período da Hora	5	12945	1,8%
	4	131965	18,8%
	3	115748	16,5%
	2	332328	47,3%
	1	109129	15,5%
Covid	1	21670	3,1%
	0	680445	96,9%
Feriado	1	3391	0,5%
	0	698724	99,5%

Para variável Ano, há homogeneidade na distribuição das observações, sendo que o ano de 2020 apresenta menos casos por terem sido registados valores até maio.

Para variável Mês, verifica-se também uma homogeneidade na distribuição das observações, com uma redução no número de observações a partir do mês de junho, mostrando que até junho foram observados cinco anos e a partir de junho apenas quatro anos.

Para variável Dia da Semana, verifica-se a situação mencionada na descrição da Linha 207, em que são registadas 259 observações ao domingo, sendo um caso excecional. No restante, há uma homogeneidade na distribuição das observações, verificando um maior número nos dias úteis da semana, e uma redução do número de observações ao sábado.

A variável Período da Hora indica observações próximas para o período 1 e 3, pois foram dimensionados com as mesmas frequências de passagem e possuem o mesmo número de horas dentro do seu intervalo, diferentemente do período 2, em que nota-se maior número de observações, mas também é o período com o intervalo mais alargado. O período 5 mostra-se com o menor registo de observações por ser o horário livre e a frequência neste caso é muito reduzida.

A variável Covid tem um pequeno número de observações, já que só mede os últimos dois meses da base de dados.

Ao analisar a base de dados, observou-se que a Linha 207 não funcionou em todos os feriados. Houve um funcionamento atípico, assim como aos domingos, pois no período de estudo ocorreram setenta feriados, porém a linha circulou apenas em doze dessas ocorrências.

Tabela 11 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 207

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Velocidade	0,920	56,000	14,842	4,608
Acesso Local	0,000	1,000	0,211	0,312
Distribuidora Principal	0,000	1,000	0,385	0,367
Habitação	0,000	0,880	0,175	0,350
Histórica ou Verde	0,000	0,333	0,046	0,103

Equipamento	0,000	0,670	0,330	0,269
Via Bus	0,000	0,724	0,161	0,255
1 Via	0,000	0,841	0,417	0,302
3 Vias	0,000	0,340	0,054	0,112
Densidade de Paragens	0,928	3,250	2,337	0,840
Densidade de Semáforos	0,975	9,276	5,310	2,629

Os valores apresentados na Tabela 11 consideram todas as observações para o cálculo da média e do desvio padrão. Apesar das variáveis serem contínuas, apenas a variável “Velocidade” tem uma grande gama de valores, as outras medem um valor único correspondente ao tramo associado, ou seja, para uma linha, as outras variáveis só terão dez valores diferentes a serem registados, para a Linha 207.

A velocidade regista um valor mínimo de 0,92 Km/h e máximo de 56,0 Km/h. O seu valor médio registado é de 14,84 Km/h.

3.2.2. ANÁLISE LINHA 402

Na Tabela 12 e na Tabela 13 são apresentadas as descrições estatísticas das variáveis categóricas e contínuas, respetivamente, da linha 402. Nesta base de dados foram removidas três observações por apresentarem valores acima dos 100km/h. A terceira observação excluída registava o valor de 81,70Km/h que por ter sido registado às 12:50, foi considerado erro de medição.

Tabela 12 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 402

Variável	Categoria	nº de Observações	Percentagem
Ano	5 – 2020	58410	7,2%
	4 – 2019	186984	23,0%
	3 – 2018	189928	23,4%
	2 – 2017	192174	23,6%
	1 - 2016	185392	22,8%
Mês	12 - Dezembro	60240	7,4%
	11 – Novembro	64988	8,0%
	10 – Outubro	65750	8,1%
	9 – Setembro	63533	7,8%
	8 – Agosto	59379	7,3%
	7 – Julho	62718	7,7%
	6 – Junho	60054	7,4%
	5 – Maio	70906	8,7%

	4 – Abril	70479	8,7%
	3 – Março	77816	9,6%
	2 – Fevereiro	75033	9,2%
	1 - Janeiro	81992	10,1%
Dia da Semana	7 – Sábado	85999	10,6%
	6 – Sexta-feira	130180	16,0%
	5 – Quinta-feira	130908	16,1%
	4 -Quarta-feira	130099	16,0%
	3 – Terça-feira	131388	16,2%
	2 – Segunda-feira	130556	16,1%
	1 – Domingo	73758	9,1%
Período da Hora	5	112668	13,9%
	4	136643	16,8%
	3	137526	16,9%
	2	317405	39,0%
	1	108646	13,4%
Covid	1	19885	2,4%
	0	793003	97,6%
Feriado	1	21084	2,59%
	0	791804	97,41%

Ao analisar as variáveis categóricas da Linha 402, nota-se a mesma homogeneidade observada na Linha 207 para as variáveis Ano, Mês e Covid.

Para a variável “Dia da Semana” já se observa uma distribuição homogênea, com um maior número de observações nos dias da semana, uma redução ao sábado e uma redução mais acentuada ao domingo.

Para variável “Período da Hora”, devido ao horário de circulação com frequência elevada se estender até horários noturnos, a sua distribuição de observações ficou homogênea, com exceção do Período 2, por representar um grande intervalo de horas do dia.

A variável Feriado tem um número pequeno de observações comparado ao total, como era esperado já que são poucos feriados a acontecer em cada ano.

Tabela 13 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 402

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Velocidade	0,730	75,250	17,208	5,785

Acesso Local	0,000	0,545	0,206	0,231
Distribuidora Local	0,000	0,600	0,177	0,239
Habitação	0,000	0,887	0,285	0,358
Equipamento	0,000	0,127	0,022	0,045
Via Bus	0,000	0,778	0,129	0,266
1 Via	0,000	1,000	0,304	0,368
3 Vias	0,000	0,778	0,123	0,232
Densidade de Paragens	0,866	3,410	2,082	0,809
Densidade de Semáforos	0,360	6,926	4,109	2,169

Ao analisar as variáveis contínuas, é de interesse referir que a Velocidade registou um valor mínimo de 0,73 Km/h e máximo de 75,25 Km/h, com valor médio observado de 17,21 Km/h.

3.2.3. ANÁLISE LINHA 502

No caso da base de dados da linha 502, foram removidas duas observações devido o valor calculado da velocidade entre paragens ser superior à 100km/h. As tabelas 12 e 13 apresentam a descrição estatísticas das variáveis categóricas e contínuas, respetivamente.

Tabela 14 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 502

Variável	Categoria	N	Percentagem
Ano	5 – 2020	71391	8,0%
	4 – 2019	202104	22,7%
	3 – 2018	205266	23,1%
	2 – 2017	207445	23,3%
	1 - 2016	202389	22,8%
Mês	12 - Dezembro	66996	7,5%
	11 – Novembro	68786	7,7%
	10 – Outubro	70108	7,9%
	9 – Setembro	68499	7,7%
	8 – Agosto	62204	7,0%
	7 – Julho	72710	8,2%
	6 – Junho	66494	7,5%
	5 – Maio	78652	8,9%
	4 – Abril	77956	8,8%

	3 – Março	86943	9,8%
	2 – Fevereiro	80915	9,1%
	1 - Janeiro	88332	9,9%
Dia da Semana	7 – Sábado	93575	10,5%
	6 – Sexta-feira	142232	16,0%
	5 – Quinta-feira	142678	16,1%
	4 -Quarta-feira	142808	16,1%
	3 – Terça-feira	143301	16,1%
	2 – Segunda-feira	142972	16,1%
	1 – Domingo	81029	9,1%
Período da Hora	5	122017	13,7%
	4	159036	17,9%
	3	144934	16,3%
	2	345962	38,9%
	1	116646	13,1%
Covid	1	27168	3,1%
	0	861427	96,9%
Feriado	1	23105	2,6%
	0	865490	97,4%

Para as variáveis categóricas, observou-se que a Linha 502 possui uma distribuição das observações, por categorias próxima à observada na Linha 402.

Tabela 15 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 502

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Velocidade	1,070	69,160	17,943	6,425
Habitação	0,000	0,792	0,252	0,320
Histórica ou Verde	0,000	0,333	0,053	0,111
Equipamento	0,000	0,720	0,076	0,221
Via Bus	0,000	1,000	0,244	0,382
1 Via	0,000	0,359	0,084	0,133
3 Vias	0,000	1,000	0,303	0,354

Densidade de Paragens	0,987	2,390	1,973	0,396
Densidade de Semáforos	3,284	10,321	5,712	2,253

Ao analisar as variáveis contínuas da Linha 502, em especial a variável Velocidade, regista-se um valor mínimo de 1,07 Km/h e máximo de 69,16 Km/h, com valor médio observado de 17,94 Km/h.

3.2.4. ANÁLISE LINHA 602

A Tabela 16 e a Tabela 17 apresentam a descrição estatística das variáveis categóricas e contínuas, respetivamente da base de dados da linha 602. Neste caso foram removidas três observações devido o valor registado da velocidade entre paragens ser superior à 100km/h.

Tabela 16 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linha 602

Variável	Categoria	Nº de Observações	Percentagem
Ano	5 – 2020	34554	8,3%
	4 – 2019	73916	17,8%
	3 – 2018	98537	23,7%
	2 – 2017	104409	25,2%
	1 - 2016	103702	25,0%
Mês	12 - Dezembro	26609	6,4%
	11 – Novembro	35015	8,4%
	10 – Outubro	35236	8,5%
	9 – Setembro	34956	8,4%
	8 – Agosto	33947	8,2%
	7 – Julho	34211	8,2%
	6 – Junho	32083	7,7%
	5 – Maio	39530	9,5%
	4 – Abril	38458	9,3%
	3 – Março	35745	8,6%
	2 – Fevereiro	33109	8,0%
	1 - Janeiro	36219	8,7%
Dia da Semana	7 – Sábado	40022	9,6%
	6 – Sexta-feira	68672	16,5%

	5 – Quinta-feira	67654	16,3%
	4 -Quarta-feira	68468	16,5%
	3 – Terça-feira	68832	16,6%
	2 – Segunda-feira	69271	16,7%
	1 – Domingo	32199	7,8%
Período_Hora	5	47511	11,4%
	4	74752	18,0%
	3	60293	14,5%
	2	179598	43,3%
	1	52964	12,8%
Covid	1	12782	3,1%
	0	402336	96,9%
Feriado	1	9442	2,3%
	0	405676	97,7%

Ao analisar as variáveis categóricas da Linha 602, observou-se que para variável “Ano” há uma redução nos números de casos observados para o ano de 2019, comparativamente aos anos anteriores monitorizados. Esta redução pode ter sido efeito de uma redução da frequência no horário de circulação. Para as restantes variáveis categóricas, a Linha 602 tende a ter distribuições similares às observadas na Linha 402.

Tabela 17 - Descrição estatística das variáveis contínuas Linha 602

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Velocidade	1,290	72,240	16,352	5,689
Acesso Local	0,000	0,362	0,110	0,159
Distribuidora Principal	0,000	0,200	0,052	0,078
Habitação	0,000	0,198	0,063	0,089
Equipamento	0,000	0,500	0,302	0,155
Via Bus	0,000	0,167	0,028	0,062
Densidade de Paragens	2,020	2,469	2,246	0,140
Densidade de Semáforos	1,553	4,566	3,279	1,208

3.2.5. ANÁLISE CONJUNTA DAS QUATRO LINHAS

A base de dados final corresponde ao conjunto dos dados das quatro linhas em estudo. Como esta base de dados corresponde à soma das observações das quatro bases de dados, foram removidas catorze observações relativamente ao número de observações original pelas razões anteriormente referidas.

Tabela 18 - Descrição estatística das variáveis categóricas Linhas Conjuntas

Variável	Categoria	N	Percentagem
Ano	5 – 2020	221671	7,9%
	4 – 2019	620410	22,0%
	3 – 2018	655761	23,3%
	2 – 2017	668708	23,7%
	1 - 2016	652166	23,1%
Mes	12 - Dezembro	206696	7,3%
	11 – Novembro	223941	7,9%
	10 – Outubro	227027	8,1%
	9 – Setembro	222683	7,9%
	8 – Agosto	201401	7,1%
	7 – Julho	226394	8,0%
	6 – Junho	208755	7,4%
	5 – Maio	249750	8,9%
	4 – Abril	249668	8,9%
	3 – Março	270027	9,6%
	2 – Fevereiro	254336	9,0%
	1 - Janeiro	278038	9,9%
Dia da Semana	7 – Sábado	279922	9,9%
	6 – Sexta-feira	467784	16,6%
	5 – Quinta-feira	469976	16,7%
	4 -Quarta-feira	471375	16,7%
	3 – Terça-feira	470325	16,7%
	2 – Segunda-feira	472089	16,7%
	1 – Domingo	187245	6,6%
Período da Hora	5	295141	10,5%
	4	502396	17,8%
	3	458501	16,3%

	2	1175293	41,7%
	1	387385	13,7%
Covid	1	81505	2,9%
	0	2737211	97,1%
Linha	4 – 602	415118	14,7%
	3 – 502	888595	31,5%
	2 – 402	812888	28,8%
	1 - 207	702115	24,9%
Feriado	1	57022	2,0%
	0	2761694	98,0%

A análise das variáveis categóricas do conjunto das linhas mostra uma distribuição esperada de acordo com as informações prévias obtidas, correspondendo a distribuições parecidas com as linhas 402, 502 e 602.

É de se notar que para a análise conjunta, foi adicionado a variável categórica de identificação da linha, para verificar alguma influência de variáveis que não foram contabilizadas. Esta variável mostrou uma distribuição do número de observações homogênea, com exceção da Linha 602, que tem um número substancialmente menor de observações.

Tabela 19 - Descrição estatística variáveis contínuas Linhas Conjuntas

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Velocidade	0,730	75,250	16,724	5,845
Acesso Local	0,000	1,000	0,128	0,228
Distribuidora Local	0,000	1,000	0,280	0,346
Habitação	0,000	0,887	0,215	0,326
Histórica ou Verde	0,000	0,333	0,028	0,084
Equipamento	0,000	0,720	0,157	0,235
Via Bus	0,000	1,000	0,158	0,297
1 Via	0,000	1,000	0,347	0,368
3 Vias	0,000	1,000	0,144	0,267
Densidade de Paragens	0,866	3,410	2,135	0,662
Densidade de Semáforos	0,360	10,321	4,791	2,387

Na descrição estatística das variáveis contínuas da análise conjunta, destaca-se a Variável Velocidade. Nesta variável, registou-se o valor mínimo de 0,73 Km/h e máximo de 75,25 Km/h, com valor médio de 16,72 Km/h.

3.3. MODELO LINEAR GENERALIZADO

Com o objetivo de analisar a influência das diferentes variáveis na velocidade entre paragens, e tendo em conta que a variável dependente a considerar na análise estatística é a velocidade, ao qual corresponde valores positivos contínuos, selecionou-se o modelo linear generalizado (MLG) com função de ligação logarítmica e distribuição gama, cuja relação logarítmica pode ser descrita pela seguinte equação:

$$\ln(E(y|x)) = x\beta \text{ or } E(y|x) = e^{x\beta} = \mu(x; \beta) \quad (1)$$

em que $E(y|x)$ corresponde à um valor dado às variáveis independentes estudadas. $x; \beta$ é o vetor estimado dos parâmetros e μ é o valor médio das variáveis. Ao utilizar um MGL, a média e a função variância para a variável observada y , condicionada x com a seguinte estrutura geral:

$$\text{var}(y|x) = \sigma^2 \mu(x; \beta) \quad (2)$$

Este modelo permite que se analise o efeito das variáveis independentes na variável dependente, a velocidade entre paragens, assumindo uma relação não linear.

Tendo em conta as variáveis anteriormente apresentadas e o modelo considerado, a fórmula que relaciona a velocidade com as variáveis é a seguinte:

$$\ln(E(y|x)) = \alpha + \beta_{1i} \text{Ano}_i + \beta_{2i} \text{Mês}_i + \beta_{3i} \text{DiaSemana}_i + \beta_{4i} \text{PeríodoHorário}_i + \beta_{5i} \text{Feriado}_i + \beta_{6i} \text{Covid}_i + \beta_{7i} \text{ClassifHier}_i + \beta_{8i} \text{OcupSolo}_i + \beta_{9i} \text{NVias}_i + \beta_{9i} \text{ViaBus}_i + \beta_{10i} \text{DensParagens}_i + \beta_{11i} \text{DensSemáforos}_i \quad (3)$$

em que y corresponde à variável dependente velocidade, α à constante também designada de intercepto, β são os coeficientes estimados para cada variável sendo que algumas das variáveis caracterizam-se por um conjunto de categorias i .

4

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados do modelo estatístico MLG, processados com recurso ao software IBM SPSS Statistics 26, aplicado à base de dados de cada linha separadamente bem como o resultado da análise conjunta das linhas. Por fim, apresenta-se uma comparação dos resultados dos coeficientes β estimados para as diferentes bases de dados para perceber o comportamento das variáveis e a sua estabilidade.

4.2. RESULTADOS DA LINHA 207

Após a preparação da base de dados com as observações da velocidade entre paragens na linha 207, descrita no capítulo anterior, aplicou-se o MLG para analisar o efeito que cada variável independente tem sobre a variável dependente do estudo, ou seja, a velocidade entre paragens.

A base de dados contém no total 702 115 observações válidas e inclui seis variáveis categóricas e dez variáveis contínuas. Para evitar problemas de variáveis colineares, decidiu-se considerar a variável com mais observações como a categoria de referência. No caso do grupo de variáveis contínuas que caracterizam a Hierarquia Viária, foi retirada a variável Distribuidora Local, pois caracterizava 40,38% do total do percurso estudado. No caso do grupo de variáveis que caracterizam a Ocupação do Solo, foi retirada a Ocupação Urbana, por representar 44,78% do percurso estudado. No caso do número de vias, foi retirada a variável 2 Vias, por estar presente em 53,17% da linha observada. Com isto, ultrapassou-se o problema da colinearidade das variáveis e considerou-se a variável excluída como categoria de referência para a análise.

Os resultados obtidos através do Software IBM SPSS Statistics 26, estão apresentados na Tabela 20

Tabela 20 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 207

Variável	β - coeficiente estimado	Sig.
(Intercepto)	3,307	0,000
2020	-0,060	0,000
2019	-0,064	0,000
2018	-0,041	0,000

2017	-0,013	0,000
2016	0 ^a	
Dezembro	-0,039	0,000
Novembro	-0,047	0,000
Outubro	-0,074	0,000
Setembro	-0,051	0,000
Agosto	0,033	0,000
Julho	-0,011	0,000
Junho	-0,036	0,000
Maio	-0,058	0,000
Abril	-0,046	0,000
Março	-0,022	0,000
Fevereiro	-0,021	0,000
Janeiro	0 ^a	
Sábado	0,032	0,018
Sexta-feira	-0,145	0,000
Quinta-feira	-0,143	0,000
Quarta-feira	-0,133	0,000
Terça-feira	-0,124	0,000
Segunda-feira	-0,117	0,000
Domingo	0 ^a	
Período 5	0,289	0,000
Período 4	0,161	0,000
Período 3	-0,171	0,000
Período 2	-0,085	0,000
Período 1	0 ^a	
[Covid=1]	0,336	0,000
[Covid=0]	0 ^a	
[Feriado=1]	0,184	0,000
[Feriado=0]	0 ^a	
Acesso Local	0,254	0,000
Distribuidora Principal	1,536	0,000

Habitação	0,568	0,000
Histórico ou Verde	-3,845	0,000
Equipamento	-1,513	0,000
Via Bus	0,530	0,000
1 Via	0,240	0,000
3 Vias	4,381	0,000
Densidade de Paragens	-0,467	0,000
Densidade de Semáforos	,027 ^b	
(Escala)	0,043 ^c	

a – Categoria de referência

b A singularidade da matriz Hessiana é causada por esse parâmetro. A estimativa de parâmetro da última iteração é exibida.

c – Estimativa de máxima verossimilhança.

Todos os coeficientes estimados β , para as variáveis indicadas, na Tabela 20 possuem significância estatística com nível de confiança de 99%, com exceção da categoria “Sábado” da variável “Dia da Semana”, que tem um nível de confiança de 98%.

Observando a Tabela 20, dos resultados obtidos com o MLG, é possível obter as seguintes conclusões relativas à influência das variáveis na velocidade entre paragens da Linha 207:

- Com o passar dos anos, a velocidade entre paragens teve a tendência a diminuir gradualmente. Comparando os coeficientes encontrados para cada ano, vê-se que há um decréscimo, com exceção do ano de 2019 para 2020, em que há uma redução da velocidade maior em 2019 do que em 2020.
- Sendo janeiro o mês de referência, há uma redução da velocidade entre paragens em quase todos os outros meses do ano, com exceção de agosto, que pode ser traduzido por ser um típico mês de férias, que caracteriza um menor tráfego na cidade. Contudo, salienta-se que os valores estimados de forma geral não são muito elevados.
- Para variável do dia da semana, a categoria de referência foi o “Domingo”, e os resultados indicam uma redução da velocidade entre paragens durante os dias úteis da semana, e um aumento no sábado em relação ao domingo.
- O período da hora referenciado foi o Período 1 – Ponta da manhã, e a partir deste verificou-se uma redução da velocidade entre paragens nos períodos 2 e 3. Contudo, não era expectável a redução no período 2, pois corresponde ao período diurno fora da hora de ponta, pois o previsto seria que nos períodos de ponta a medição da velocidade registasse menores valores. Isso pode refletir uma distribuição do tráfego mais homogênea ao longo do dia, sem picos de valores. Contudo, esta variável pode refletir outros fatores para além do tráfego tais como a presença de peões, estacionamento indevido etc. que possa afetar o período 2 em particular. Já nos períodos

4 e 5 houve um aumento da velocidade entre paragens, o que era de se esperar, pois são períodos que normalmente tem menos tráfego, permitindo um maior fluxo, aumentando a velocidade.

- A variável Covid pretende indicar que a partir do dia 18 de março deu-se início ao Estado de Emergência no País e consequentemente às medidas de confinamento verificando-se por isso, um aumento da velocidade entre paragens. Isto corresponde ao esperado, devido à redução da procura de passageiros, da presença de peões, de veículos, de conflitos de tráfego etc gerando uma maior fluidez na circulação dos autocarros.
- Para a variável que identifica os feriados que aconteceram no período de estudo, obteve-se um coeficiente que se traduz num aumento da velocidade entre paragens. Esta aumento corresponde ao esperado, por ser expectável que a circulação dos autocarros em dias de feriado se comporte de forma semelhante com um dia de fim de semana, em que a velocidade entre paragens também é maior comparado com os dias da semana.
- As variáveis de Hierarquia Viária apresentam resultados mais difíceis de interpretar, pois estes indicam que nos troços classificados como Acesso Local ou Distribuidora Principal, a velocidade entre paragens aumenta, comparativamente aos troços classificados como Distribuidora Local. A classificação hierárquica de uma via está associada às suas várias características geométricas e funcionais. Contudo, mesmo se uma determinada via apresentar características geométricas de por exemplo acesso local, poderá ter um funcionamento de outro tipo de classificação viária. Salienta-se o facto de os troços em estudo para cada linha não serem representativos das vias da cidade correspondentes às classificações viárias analisadas.
- As variáveis que caracterizam a Ocupação do Solo por representarem várias características da vivência urbana do local, exigem também uma análise mais cuidada para interpretar os resultados. Sendo escolhida como referência a ocupação urbana, observou-se que na ocupação habitacional a velocidade entre paragens sobe, e para as restantes, há uma redução. Isto pode resultar do facto expectável de as zonas históricas e de equipamentos dos troços da linha 207, traduzirem um número elevado de atividades e eventualmente uma grande procura de TP. Podem ainda representar muitos movimentos de tráfego quer pedonal quer de veículos e consequentes conflitos condicionando por isso, a redução da velocidade entre paragens. Por outro lado, a ocupação habitacional prevê um menor número de pessoas a circular nestas zonas, e presume-se que estejam concentradas nos horários de ponta, gerando menos atividades e conflitos nestas zonas.
- A variável mais importante do estudo para aferir da relevância da existência de um corredor bus na circulação dos autocarros corresponde à Via Bus. No caso da linha 207 o valor positivo estimado para esta variável indica que na sua presença, a velocidade entre paragens aumenta. De referir que seis dos dez troços, da linha 207, possuem uma parte de via bus, quatro deles possuem uma percentagem pequena de via bus de aproximadamente 10%, e dois deles têm uma grande percentagem de via bus de aproximadamente 65%.
- O resultado encontrado para as variáveis que caracterizam o número de vias indica que tendo uma ou três vias, a velocidade aumenta, usando como referência a variável de duas vias.
- O coeficiente estimado para a variável densidade de paragens indica que a velocidade diminui, ou seja, tal como esperado no troço com uma densidade elevada de paragens a velocidade diminui. A variável densidade de semáforos existente nos troços foi excluída do modelo por não apresentar significância estatística.

4.3. RESULTADOS DA LINHA 402

A base de dados para a análise desta linha contém 812 888 observações válidas. Foram analisadas seis variáveis categóricas e nove contínuas.

Dentro do conjunto de variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária, a que regista maior percentagem de ocorrência dentro dos tramos da linha é a Distribuidora Principal, representando 61,3% do trajeto percorrido pela linha. Sendo assim, foi excluída do MLG para evitar o problema de variáveis colineares. Como a Distribuidora Principal foi excluída para servir de referência, os coeficientes encontrados para Acesso Local e Distribuidora Local são comparados à Distribuidora Principal.

Dentro do conjunto de variáveis que caracterizam a Ocupação do Solo, o caso que maioritariamente caracteriza o percurso é o da Ocupação Urbana, com 69,2% dos casos. Sendo assim, foi esta a variável escolhida para ser excluída do MLG, pelos mesmos motivos apresentados para exclusão da Distribuidora Principal. Como acontece na Hierarquia Viária, os valores encontrados para as restantes ocupações, devem ser comparados o valor de referência da Ocupação Urbana.

O último conjunto de variáveis em que poderá haver problema de colinearidade, é o conjunto que caracteriza o número de vias existentes. Neste caso, a maior parte do trajeto percorrido nesta linha, é caracterizado pela variável “2 Vias”, representando 57,3% dos casos. Esta variável também foi excluída do MLG para satisfazer as condições necessárias para aplicação do modelo. Os valores dos coeficientes encontrados para variável “1 Via” e “3 Vias” devem ser comparados considerando “2 Vias” como categoria de referência.

Os resultados obtidos através do Software IBM SPSS Statistics 26 podem ser analisados na Tabela 21.

Tabela 21 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 402

Variável	B coeficiente estimado	Sig.
(Intercepto)	0,574	0,000
2020	-0,039	0,000
2019	-0,034	0,000
2018	-0,019	0,000
2017	-0,007	0,000
2016	0a	
Dezembro	-0,009	0,000
Novembro	-0,026	0,000
Outubro	-0,026	0,000
Setembro	0,003	0,013
Agosto	0,070	0,000
Julho	0,027	0,000
Junho	0,007	0,000
Maio	-0,006	0,000

Abril	0,014	0,000
Março	0,003	0,003
Fevereiro	-0,002	0,158
Janeiro	0a	
Sábado	-0,091	0,000
Sexta-feira	-0,220	0,000
Quinta-feira	-0,210	0,000
Quarta-feira	-0,207	0,000
Terça-feira	-0,199	0,000
Segunda-feira	-0,194	0,000
Domingo	0a	
Período 5	0,313	0,000
Período 4	0,166	0,000
Período 3	-0,111	0,000
Período 2	-0,011	0,000
Período 1	0a	
[Covid=1]	0,262	0,000
[Covid=0]	0a	
[Feriado=1]	0,204	0,000
[Feriado=0]	0a	
Acesso Local	1,857	0,000
Distribuidora Local	-0,529	0,000
Habitação	0,702	0,000
Equipamento	0,255	0,000
Via Bus	-0,130	0,000
1 Via	0,677	0,000
3 Vias	2,260	0,000
Densidade de Paragens	0,169	0,000
Densidade de Semáforos	0,259	0,000
(Escala)	0,050b	

a – categoria de referência

b - A singularidade da matriz Hessiana é causada por esse parâmetro. A estimativa de parâmetro da última iteração é exibida.

Todos os coeficientes estimados pela aplicação do MLG possuem um nível de confiança estatística de aproximadamente 99%, com exceção da categoria “Fevereiro” da variável “Mês”, que possui um nível de confiança de aproximadamente 84%.

Observando a Tabela 21 com os coeficientes obtidos a partir da aplicação do MLG, é possível tirar algumas conclusões e discutir a influência que as variáveis selecionadas tem sobre a velocidade nesta linha em estudo:

- A variável “Ano” teve como categoria de referência o Ano 2016 assim, analisando os outros anos em comparação a este, percebe-se que a tendência temporal da variação da velocidade é negativa, ou seja, a velocidade tem vindo a diminuir consistentemente nesta linha nos últimos anos. Isto pode resultar de um possível aumento do número de utilizadores de transporte individual, congestionando as vias ou de uma maior atividade dos troços em estudo (pedonal, estacionamento, etc.) e reduzindo a velocidade entre paragens.
- A variável “Mês” teve como categoria de referência o mês de janeiro. Apenas no mês de fevereiro as velocidades aparentemente não se distinguem das do mês de janeiro. Apesar dos outros meses apresentarem significância estatística e com valores estimados quer negativos quer positivos, os mesmos são de forma geral valores baixos sendo, contudo, o valor do mês de agosto o mais elevado. Este coeficiente, com valor positivo, pode simbolizar o período de férias, em que a cidade se encontra mais vazia, com um tráfego menor bem como menor procura do TP e consequentemente melhor fluidez dos veículos.
- A variável “Dia da Semana” teve o “Domingo” como categoria de referência. Os resultados das restantes categorias estão de acordo com o previsto, em que o domingo é o dia com menos movimento na cidade, seguido do sábado. Os restantes dias da semana apresentam valores negativos maiores devido à maior atividade resultante das questões laborais, estudantis, comércio e serviços.
- A categoria do “Período da Hora” teve como referência o “Período 1”, que é mencionado como horário de ponta da manhã. Os resultados obtidos indicam uma pequena redução da velocidade entre paragens no “Período 2”, uma redução mais acentuada no “Período 3” e aumentos da velocidade entre paragens para os períodos 4 e 5. Não era expectável a redução da velocidade no período 2 comparativamente ao período 1, pois é um período que caracteriza o intervalo entre horários de ponta. Isto pode se dar devido ao facto de o tráfego ser mais distribuído ao longo do dia.
- Para variável Covid foi verificado que, para as mesmas condições existentes nas observações antes do período de pandemia, a velocidade entre paragens aumenta quando ocorre o período das restrições impostas pelo Estado de Emergência, que vigorou de 18 de março de 2020 até 02 de maio de 2020, incluindo ainda o período até as últimas observações da base de dados, 16 de maio de 2020.
- O resultado apresentado para a variável “Feriado” corresponde ao expectável, visto que tendencialmente, o tráfego na cidade em um dia de feriado tende a comportar-se como um dia de fim de semana. Significa isto que o coeficiente indica um aumento da velocidade entre paragens quando é registado um feriado.
- Para as variáveis que representam a Hierarquia Viária, o resultado dos coeficientes estimados indica que as velocidades nos troços de Acesso Local são maiores do que nos troços de

Distribuidora Principal, mas pelo contrário as velocidades diminuem nos troços classificados como Distribuidora Local. Este resultado é semelhante ao identificado na linha 207, podendo por isso, interpretá-lo da mesma forma.

- Para as variáveis que caracterizam a Ocupação do Solo, a categoria de referência foi a ocupação urbana, e os resultados encontrados no modelo indicam que no caso dos troços classificados como ocupação de equipamentos ou habitacional a velocidade entre paragens aumenta. É importante referir que a ocupação classificada como equipamentos só está presente em 2,2% do percurso total da linha 402. E nos troços que se registam percentuais de ocupação de equipamentos, há também um grande percentual de ocupação habitacional. Este facto poderá ser também a causa de uma elevada correlação entre estas duas variáveis (-0,83) obtida pela matriz de correlações de Pearson. Assim se poderá justificar o aumento de velocidades nos troços com percentual de ocupação de equipamentos, resultado contrário ao expectável e ao obtido anteriormente para a linha 207.
- Para a variável Via Bus, o resultado do modelo indica que na sua presença, há um decréscimo da velocidade entre paragens. Esta conclusão é contrária às expectativas bem como ao resultado obtido para a linha 207. Na tentativa de melhor entender este resultado, analisou-se os troços referenciados com via Bus sendo os únicos tramos com registo de via bus identificados nesta linha se encontram próximos da zona do marquês, mais especificamente na Rua da Constituição e na Rua de Damião de Góis. No entanto, a via bus nestas ruas não é contínua existindo vários comprimentos de via partilhada em particular nas zonas das interseções. Por outro lado, é de salientar o possível problema de endogeneidade que pode estar associado a esta variável. De facto, a decisão de colocação de uma via bus está geralmente associada aos locais de maior atividade pedonal e de veículos e portanto, maior tráfego e conflitos. Assim sendo, mesmo que a existência de via bus tenha contribuído para uma melhor circulação dos autocarros, estas continuam a ser locais com muito tráfego, procura, conflitos, estacionamento indevido, etc.
- Para o conjunto de variáveis que caracterizam o número de vias existentes, a variável excluída para servir de referência foi a categoria “2 Vias”. Os resultados mostram que ao circular em “1 Via” a velocidade entre paragens aumenta, mas aumenta ainda mais se estiver a circular em “3 Vias”. Com o objetivo de melhor entender este resultado não esperado, recorreu-se ao Google Maps, onde as imagens dos locais associados a “2 vias” mostram muitas vezes a existência de uma fileira de estacionamento indevido, gerando eventuais dificuldades na circulação fluida dos veículos.

Além deste fato, é também de interesse perceber o porquê de um coeficiente tão alto para a categoria “3 vias”. Dos quatro tramos que identificam a presença de “3 Vias”, o tramo R. Contumil – S. Crispim é o que possui a maior percentagem de “3 Vias”. Coincidentemente, a existência das três vias está associada à presença de via bus, e por consulta da matriz de correlações verifica-se uma correlação de -0,746 entre estas variáveis. Consequentemente a interpretação do coeficiente desta variável, mas também da variável Via Bus deve ter em conta este facto.

- De maneira contrária ao esperado, as variáveis da densidade de semáforos e densidade de paragens registaram coeficientes positivos, que caracterizavam que quanto maior o seu valor, maior seria a velocidade entre paragens nestes casos.

Devido ao resultado encontrado, foi de interesse observar as correlações entre a densidade de paragens e densidade de semáforo, com as restantes variáveis. Foi encontrado que a variável que apresenta maior correlação com a densidade de paragens, foi a variável “3 Vias”, com valor

de 0,968, seguido da variável “Acesso Local”, com valor de 0,874, seguido da variável “1 Via”, com valor de correlação de 0,867. Todas estas variáveis mencionadas anteriormente resultaram em coeficientes β de valor positivo e elevado.

Para a variável densidade de semáforos, foram observadas as mesmas situações, e as variáveis que apresentam maior correlações também são as mesmas do caso da variável densidade de paragens, porém com valores diferentes. Os valores de correlação entre a variável densidade de semáforos com a variável “3 Vias” é de 0,979, seguido da variável “Acesso Local”, com valor de correlação de 0,919, seguido da variável “1 Via” com valor de correlação de 0,882.

4.4.RESULTADOS DA LINHA 502

A base de dados utilizada na aplicação do MLG para análise desta linha contém 888 595 observações válidas. Foram analisadas seis variáveis categóricas e oito variáveis contínuas.

Dentro do conjunto das variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária, registou-se o facto de 98,6% do percurso da Linha 502 estar identificado como Distribuidora Principal e o restante 1,4% como Distribuidora Local. Por consideração de não haver variação nesta variável no decorrer dos tramos, a Hierarquia Viária foi desconsiderada para o MLG aplicado à Linha 502.

Em relação ao conjunto de variáveis que caracterizam a ocupação do solo no decorrer do percurso, a que registou maior percentagem foi a Ocupação Urbana, com 61,7% percurso caracterizado com esta categoria. Sendo assim, para evitar a questão de variáveis colineares, esta foi excluída do modelo, sendo utilizada como categoria de referência para as outras três que se mantiveram presentes no estudo - Habitação, Histórica ou Verdes e Equipamentos.

Para as variáveis que caracterizam o número de vias presentes, a categoria que regista o maior número de observação no percurso é a categoria “2 Vias”. Sendo assim, esta foi excluída da aplicação do modelo, e como tal os coeficientes estimados para as outras categorias estão associados à variável excluída.

Os resultados obtidos através do Software IBM SPSS Statistics 26 podem ser analisados na Tabela 22

Tabela 22 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 502

Variável	β coeficiente estimado	Sig.
(Intercepto)	2,651	0,000
2020	-0,021	0,000
2019	-0,017	0,000
2018	-0,009	0,000
2017	0,002	0,004
2016	0a	
Dezembro	-0,013	0,000
Novembro	-0,019	0,000
Outubro	-0,033	0,000
Setembro	-0,027	0,000

Agosto	0,038	0,000
Julho	-0,001	0,484
Junho	-0,031	0,000
Maio	-0,031	0,000
Abril	-0,009	0,000
Março	0,003	0,014
Fevereiro	-0,005	0,000
Janeiro	0a	
Sábado	-0,065	0,000
Sexta-feira	-0,170	0,000
Quinta-feira	-0,166	0,000
Quarta-feira	-0,161	0,000
Terça-feira	-0,155	0,000
Segunda-feira	-0,145	0,000
Domingo	0a	
Período 5	0,326	0,000
Período 4	0,137	0,000
Período 3	-0,160	0,000
Período 2	-0,077	0,000
Período 1	0a	
[Covid=1]	0,254	0,000
[Covid=0]	0a	
[Feriado=1]	0,120	0,000
[Feriado=0]	0a	
Habitação	0,701	0,000
Histórica ou Verde	-0,222	0,000
Equipamento	-0,517	0,000
Via Bus	0,159	0,000
1 Via	1,340	0,000
3 Vias	-0,525	0,000
Densidade de Paragens	0,112	0,000
Densidade de Semáforos	-0,002	0,000

(Escala)

0,048b

a – categoria de referência

Os coeficientes calculados pelo MLG apresentam nível de confiança estatística de 99% em todas as variáveis, com exceção de duas categorias da variável Mês. Estas categorias são Março, com 98,6% e Julho, com 51,6%. Após a análise da Tabela 22, foi possível indicar as seguintes conclusões:

- Para a categoria Ano, há um pequeno incremento na velocidade entre paragens no ano de 2017 relativamente a 2016, enquanto a partir daí, a cada ano que passou, houve uma redução na velocidade.
- Para a categoria Mês, comparativamente ao mês de referência, janeiro, observa-se pequenas variações da velocidade entre paragens, tanto positivas tanto negativas, nos meses de Fevereiro, Março, Abril, Julho e Dezembro e para os restantes meses, já se verificam coeficientes estimados com valores absolutos mais elevados, sendo positivo apenas no mês de Agosto.
- Ao analisar a variável “Dia da Semana”, que tem como categoria o Domingo, observou-se uma redução da velocidade entre paragens no sábado, e uma redução mais acentuada nos restantes dias da semana.
- Para variável “Período da Hora” houve uma redução da velocidade entre paragens no período 2, e mais acentuada no período 3, enquanto para o período 4 e 5 há um aumento da velocidade.
- Como esperado, o modelo estimou um coeficiente positivo para a variável Covid.
- Para variável “Feriado” foi estimado um coeficiente que indica um aumento da velocidade quando decorre um feriado.
- Para o conjunto de variáveis que caracterizam a ocupação do solo, os coeficientes calculados indicam que se a ocupação for de habitação, a velocidade entre paragens aumenta, enquanto para ocupação histórica ou verde e de equipamentos, a velocidade diminui, tendo como variável de referência a ocupação urbana.
- Para variável “Via Bus”, foi encontrado uma influência positiva na velocidade entre paragens, significando que a sua presença provoca um aumento da velocidade.
- Relativamente ao conjunto de variáveis que caracterizam o número de vias, os resultados indicam um aumento da velocidade entre paragens na presença de 1 via, e uma redução na velocidade entre paragens quando o percurso possui 3 vias de circulação.
- Contrário ao expectável, a variável densidade de paragens indica que a velocidade aumenta quanto maior for a densidade de paragens.
- Para a variável densidade de semáforos o modelo estimou um valor baixo e negativo, indicando uma diminuição da velocidade entre paragens na presença de um maior número de semáforos para o mesmo comprimento do tramo.

4.5. RESULTADOS DA LINHA 602

A base de dados utilizada na aplicação do MLG para análise desta linha contém 415 118 observações válidas. Foram analisadas seis variáveis categóricas e oito variáveis contínuas.

Para o conjunto de variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária, verificou-se que 83,6% das vias percorridas está classificada como Distribuidora Local. A partir daí, decidiu-se retirar esta variável do MLG para evitar a existência de variáveis colineares. O resultado obtido para as restantes variáveis deve ser comparado tendo como cenário de referência uma via classificada como Distribuidora Local.

Relativamente as variáveis que caracterizam a Ocupação do Solo, verificou-se que 63,6% do solo está classificado como ocupação urbana. Esta variável foi retirada da análise pelo MLG para que fosse possível aplicar o modelo sem colinearidade das variáveis.

Nas categorias que descrevem o número de vias, 87,9% do percurso é caracterizado por 1 Via. Esta variável foi retirada da aplicação no modelo, ficando apenas a variável 2 Vias, que deverá ser comparada com a categoria de referência.

Os resultados obtidos através do Software IBM SPSS Statistics 26 podem ser analisados na Tabela 23

Tabela 23 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Linha 602

Variável	β – coeficiente estimado	Sig.
(Intercepto)	2,812	0,000
2020	-0,069	0,000
2019	-0,079	0,000
2018	-0,043	0,000
2017	-0,012	0,000
2016	0a	
Dezembro	-0,029	0,000
Novembro	-0,023	0,000
Outubro	-0,037	0,000
Setembro	-0,008	0,000
Agosto	0,086	0,000
Julho	0,028	0,000
Junho	0,001	0,479
Maio	-0,007	0,000
Abril	0,004	0,054
Março	0,013	0,000
Fevereiro	-0,001	0,542
Janeiro	0a	
Sábado	-0,091	0,000
Sexta-feira	-0,221	0,000
Quinta-feira	-0,226	0,000

Quarta-feira	-0,221	0,000
Terça-feira	-0,207	0,000
Segunda-feira	-0,199	0,000
Domingo	0a	
Período 5	0,303	0,000
Período 4	0,150	0,000
Período 3	-0,185	0,000
Período 2	-0,054	0,000
Período 1	0a	
[Covid=1]	0,299	0,000
[Covid=0]	0a	
[Feriado=1]	0,169	0,000
[Feriado=0]	0a	
Acesso Local	-2,287	0,000
Distribuidora Principal	-5,373	0,000
Habitação	-2,007	0,000
Equipamento	2,477	0,000
Via Bus	1,939	0,000
2 Vias	0a	
Densidade de Paragens	0a	
Densidade de Semáforos	0a	
(Escala)	0,060b	

a – Definido para zero porque este parâmetro é redundante.

b - A singularidade da matriz Hessiana é causada por esse parâmetro. A estimativa de parâmetro da última iteração é exibida.

Todas as variáveis tiveram resultados com nível de confiança estatística de 99%, com exceção de três categorias da variável “Mês”, sendo elas “Fevereiro”, “Abril” e “Junho”, que registaram níveis de confiança de 45,8%, 94,6% e 52,1%, respetivamente.

Após a análise dos coeficientes exibidos na Tabela 23, foi possível elaborar uma discussão dos resultados encontrados e chegar a algumas conclusões tais como:

- Para variável Ano, a categoria de referência foi o ano de 2016. Os coeficientes obtidos pelo MLG indicam que com o passar dos anos, há uma diminuição na velocidade entre paragens de

forma gradual com exceção do ano de 2020, que mantém o valor negativo, mas é calculado como menor do que 2019.

- Para variável mês, o valor de referência foi o mês de janeiro. O modelo indica que nos meses de Março, Abril, Junho, Julho e Agosto, há um incremento na velocidade entre paragens, enquanto nos restantes meses, há uma diminuição. Deve-se lembrar que os meses de Fevereiro, Abril e Junho tem um baixo nível de confiança estatístico.
- Para a variável “Dia da Semana”, a categoria de referência foi o domingo. Os resultados indicam que no sábado, quando comparado ao domingo, há uma redução na velocidade entre paragens, mas esta é mais acentuada quando é assinalado um dia da semana.
- Para variável “Período da Hora” a categoria escolhida foi o Período 1. Os resultados indicam uma redução da velocidade entre paragens se estiver no Período 2, uma redução ainda maior caso esteja no Período 3 e um aumento da velocidade nos restantes períodos.
- A variável Covid captou o efeito esperado de aumento da velocidade entre paragens.
- A variável Feriado também capta um aumento da velocidade entre paragens
- Para o conjunto de variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária, foi utilizado como categoria de referência a Distribuidora Local. Os resultados indicam que estando a via classificada como acesso local ou distribuidora principal, ocorre uma redução da velocidade entre paragens, sendo esta mais acentuada no último caso.
- Relativamente a variável Ocupação do Solo, a categoria de referência foi a Ocupação Urbana e os resultados indicam uma redução da velocidade entre paragens caso esteja presente a Ocupação Habitacional e um aumento da velocidade caso o solo tenha é classificado com Ocupação de Equipamentos.
- Para categoria Via Bus, há um incremento positivo na velocidade entre paragens.
- Para a variável número de vias, que seria categorizada apenas pela variável duas vias e para as variáveis densidade, paragens e semáforo, foi encontrada redundância no resultado indicando eventual colinearidade entre Via Bus e 2 Vias, já que o valor de correlação encontrado entre elas foi de 0,720. Para variável densidade de paragens, devido os seus valores nestes tramos serem muito homogêneos, pode não se ter encontrado impacto na velocidade entre paragens.
-

4.6. RESULTADOS DA ANÁLISE CONJUNTA

A base de dados utilizada na aplicação do MLG para análise conjunta das 4 linhas contém 2 818 716 observações válidas. Foram analisadas sete variáveis categóricas e dez variáveis contínuas.

Para este modelo, foi adicionada uma variável categórica designada de “Linha”, para tentar captar efeitos das características distintas entre as linhas que não são medidas pelas variáveis existentes.

Dentro do conjunto das variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária, observou-se que 55,9% do caminho percorrido pelas quatro linhas, é percorrido em vias classificadas como Distribuidora Principal. Após esta verificação, decidiu-se retirar esta variável do modelo para evitar variáveis colineares. Os resultados encontrados para o Acesso Local e a Distribuidora local devem ser comparados com o valor de referência da Distribuidora Principal.

Relativamente à Ocupação do Solo, verificou-se que 59,4% do território, percorrido pelas linhas estudadas, é classificado como uma Ocupação Urbana. A partir deste fato, esta variável foi escolhida

para ser removida do modelo, para que se evite variáveis colineares. Os coeficientes calculados para as restantes variáveis, Ocupação Habitacional, Ocupação Histórica ou Verde e Ocupação de Equipamentos, devem ser analisados tendo como referência um cenário de ocupação urbana.

Ao analisar o conjunto de variáveis que caracterizam o número de vias, verificou-se que 49,8% das vias, por onde passam as linhas estudadas, estão classificadas como 2 Vias. Esta variável também foi retirada do modelo para que seja possível fazer a análise com recurso ao MLG. Os coeficientes encontrados para a variável 1 Via e para a variável 3 Vias, devem ser comparadas considerando um cenário base de 2 Vias.

Os resultados obtidos através do Software IBM SPSS Statistics 26 podem ser analisados na Tabela 24.

Tabela 24 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Análise Conjunta

Variável	β – coeficiente estimado	Sig.
(Intercepto)	3,601	0,000
2020	-0,043	0,000
2019	-0,041	0,000
2018	-0,025	0,000
2017	-0,007	0,000
2016	0a	
Dezembro	-0,019	0,000
Novembro	-0,029	0,000
Outubro	-0,042	0,000
Setembro	-0,021	0,000
Agosto	0,053	0,000
Julho	0,008	0,000
Junho	-0,017	0,000
Maio	-0,025	0,000
Abril	-0,008	0,000
Março	-0,001	0,031
Fevereiro	-0,007	0,000
Janeiro	0a	
Sábado	-0,070	0,000
Sexta-feira	-0,200	0,000
Quinta-feira	-0,196	0,000
Quarta-feira	-0,191	0,000
Terça-feira	-0,183	0,000

Segunda-feira	-0,175	0,000
Domingo	0a	
Período 5	0,307	0,000
Período 4	0,155	0,000
Período 3	-0,153	0,000
Período 2	-0,060	0,000
Período 1	0a	
[Covid=1]	0,281	0,000
[Covid=0]	0a	
[Feriado=1]	0,139	0,000
[Feriado=0]	0a	
Linha 602	-0,040	0,000
Linha 502	-0,025	0,000
Linha 402	-0,007	0,000
Linha 207	0a	
Acesso Local	-0,407	0,000
Distribuidora Local	-0,113	0,000
Habitação	0,067	0,000
Histórica ou Verde	0,659	0,000
Equipamento	0,017	0,000
Via Bus	0,012	0,000
1 Via	-0,025	0,000
3 Vias	-0,050	0,000
Densidade de Paragens	-0,116	0,000
Densidade de Semáforos	-0,066	0,000
(Escala)	0,055b	

a – categoria de referência

b - A singularidade da matriz Hessiana é causada por esse parâmetro. A estimativa de parâmetro da última iteração é exibida.

Todos os coeficientes calculados pela aplicação do MLG possuem um nível de confiança estatística de 99%, com exceção da categoria “Março” da variável “Mês”, que possui um nível de confiança de aproximadamente 96,9%.

Após a análise dos coeficientes e dos níveis de confiança apresentados na Tabela 24, foi possível chegar a uma série de conclusões e observações relativas aos resultados obtidos sobre a influência que as variáveis estudadas têm sobre a velocidade entre paragens.

- A variável “Ano” utilizou como categoria de referência o Ano de 2016, os resultados encontrados apontam que cronologicamente houve uma redução da velocidade entre paragens na análise global de todas as linhas.
- Para variável categórica “Mês”, a categoria de referência foi o mês de janeiro. O MLG apresentou coeficientes estimados com valores muito baixos para o mês de fevereiro, março e abril, e no sentido de reduzir a velocidade entre paragens. Apresentou coeficientes com valores um pouco mais elevados para os meses de maio e junho, também no sentido de redução da velocidade. Julho e agosto foram os únicos meses em que há uma subida da velocidade, comparativamente ao mês de janeiro. Podendo este fato ser compreendido como os meses de férias, que geram uma redução do tráfego na cidade, permitindo maior fluidez dos veículos e maior velocidade. Os restantes meses apresentaram todos coeficientes negativos, indicando redução de velocidade quando comparados ao mês de janeiro.
- Para o estudo da variável “Dia da Semana”, a categoria selecionada como de referência, foi o “Domingo”, os resultados apresentados mostram que há uma tendência para uma pequena redução da velocidade ao sábado, e uma maior redução da velocidade durante os dias da semana. Este resultado vai de encontro com o expectável, devido as influências do tráfego existente na via afetar diretamente a velocidade entre paragens, e então em dias de fim de semana, a redução do tráfego possibilita um aumento da velocidade entre paragens.
- A categoria de referência da variável “Período da Hora” foi o Período 1. Os coeficientes encontrados pelo MLG mostram que nos Períodos 2 e 3 há uma redução da velocidade entre paragens e nos Períodos 4 e 5 há um aumento da mesma.
- O estudo da influência do período Covid na velocidade entre paragens, mostrou que há um aumento da velocidade quando está presente um cenário de pandemia com as medidas de restrição de circulação em vigor.
- A variável que contabilizou os feriados resultou em um coeficiente que mostra que a velocidade entre paragens aumenta na existência de um feriado.
- O conjunto de variáveis que caracterizam a Hierarquia Viária teve como resultados uma redução da velocidade entre paragens se a via encontrar é classificada como Acesso Local, e também uma redução, não tão acentuada, se estiver classificada como Distribuidora Principal. Estes valores encontrados devem ser comparados com a variável de referência Distribuidora Local.
- Relativamente à Ocupação do Solo, tendo sido utilizado como categoria de referência a ocupação urbana, os resultados do MLG indicam que há um ligeiro aumento da velocidade entre paragens caso esteja localizado em ocupação habitacional, um aumento ainda maior no caso de estar localizado em zona histórica ou verde, e um pequeno aumento da velocidade quando o solo está classificado como equipamento.
- O valor encontrado para via Bus indica um aumento da velocidade entre paragens na sua existência.
- Para o conjunto de variáveis que caracterizam o número de vias existentes, encontrou-se o resultado que indica uma redução da velocidade entre paragens caso seja 1 via e uma redução mais acentuada caso sejam 3 vias, comparativamente com o cenário base de 2 vias.

- As variáveis densidade de semáforo e densidade de paragens resultaram em coeficientes que indicam uma redução da velocidade entre paragens com o aumento do seu valor medido.

4.7. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Após efetuar as cinco análises anteriores, foi de interesse comparar os resultados encontrados de forma a perceber se as variáveis influenciam de forma idêntica a velocidade independentemente da linha em estudo.

Nos próximos subcapítulos será apresentada a comparação variável por variável e discutida as possíveis razões para resultados.

4.7.1.ANO

Para esta variável, é possível comparar os coeficientes na Tabela 25.

Tabela 25 - Comparação dos coeficientes da variável Ano

Parâmetro	207	402	502	602	Conj
2016	0a	0a	0a	0a	0a
2017	-0,013	-0,007	0,002	-0,012	-0,007
2018	-0,041	-0,019	-0,009	-0,043	-0,025
2019	-0,064	-0,034	-0,017	-0,079	-0,041
2020	-0,060	-0,039	-0,021	-0,069	-0,043

Para as cinco análises, a categoria de referência foi sempre a mesma, o ano de 2016. Nota-se também que até o ano de 2019, todos os coeficientes seguiram o mesmo padrão, isto é, de diminuição de ano para ano. No ano de 2020 houve alguma alteração, sendo que a tendência do coeficiente fazer reduzir a velocidade entre paragens manteve-se, porém para a linha 207 e para a linha 602, o coeficiente foi menor do que o do ano anterior, de maneira contrária às restantes análises. Salienta-se, contudo, que este ano tem um menor número de observações que os restantes.

A evolução e comparação dos coeficientes pode ser vista de maneira mais visual na Figura 3

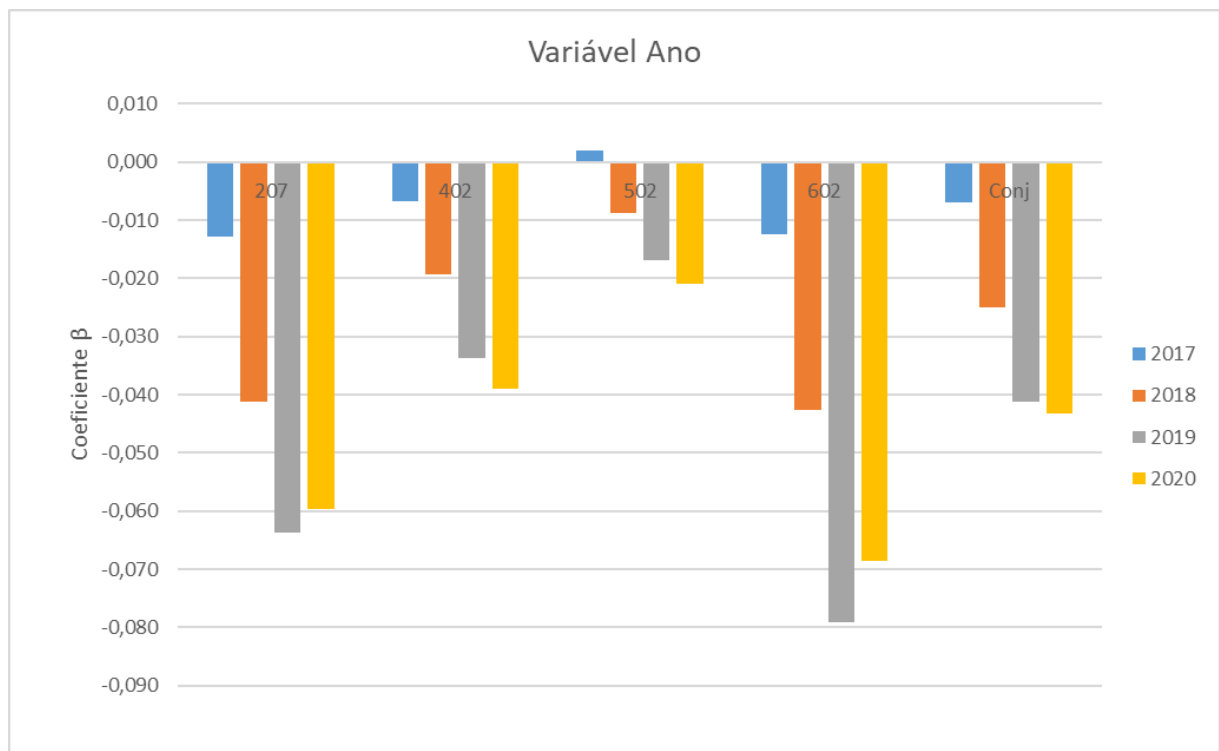


Figura 3 - Comparação Variável Ano

4.7.2. Mês

Os resultados obtidos pelo MLG para as análises feitas estão combinados na Tabela 26.

Tabela 26 - Comparação dos coeficientes da variável mês

Parâmetro	207	402	502	602	Conj
Janeiro	0a	0a	0a	0a	0a
Fevereiro	-0,021	-0,002	-0,005	-0,001	-0,007
Março	-0,022	0,003	0,003	0,013	-0,001
Abril	-0,046	0,014	-0,009	0,004	-0,008
Maio	-0,058	-0,006	-0,031	-0,007	-0,025
Junho	-0,036	0,007	-0,031	0,001	-0,017
Julho	-0,011	0,027	-0,001	0,028	0,008
Agosto	0,033	0,070	0,038	0,086	0,053
Setembro	-0,051	0,003	-0,027	-0,008	-0,021
Outubro	-0,074	-0,026	-0,033	-0,037	-0,042
Novembro	-0,047	-0,026	-0,019	-0,023	-0,029
Dezembro	-0,039	-0,009	-0,013	-0,029	-0,019

Em todas as aplicações do modelo, a categoria de referência foi sempre o mês de Janeiro. Os meses que apresentam maior consistência dos resultados, isto é, mantêm a mesma tendência de aumentar ou reduzir a velocidade entre paragens, são os meses de Fevereiro, em que há uma redução da velocidade entre paragens, o mês de Maio, em que também há uma redução, o mês de Agosto, em que há um aumento, e os restantes meses de Outubro, Novembro e Dezembro em que se nota uma redução da Velocidade entre paragens, comparativamente ao mês de Janeiro. Apesar dos coeficientes variarem em módulo, pode-se observar um padrão de comportamento estável tal como mostra a Figura 4.

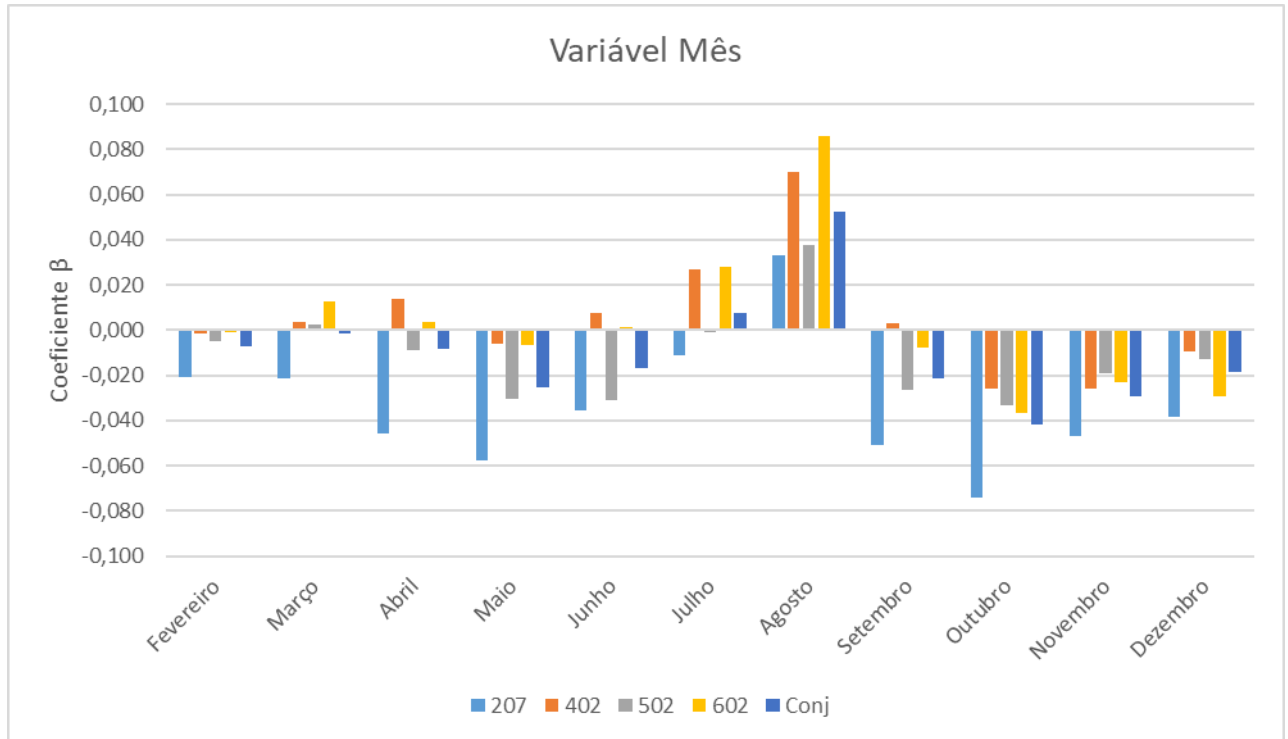


Figura 4 - Comparação da Variável Mês

4.7.3.DIA DA SEMANA

Os resultados obtidos pelo MLG para as análises feitas estão combinados na Tabela 27.

Tabela 27 - Comparação dos coeficientes da variável dia da semana

Parâmetro	207	402	502	602	Conj
Domingo	0a	0a	0a	0a	0a
Segunda-feira	-0,117	-0,194	-0,145	-0,199	-0,175
Terça-feira	-0,124	-0,199	-0,155	-0,207	-0,183
Quarta-feira	-0,133	-0,207	-0,161	-0,221	-0,191
Quinta-feira	-0,143	-0,210	-0,166	-0,226	-0,196
Sexta-feira	-0,145	-0,220	-0,170	-0,221	-0,200
Sábado	0,032	-0,091	-0,065	-0,091	-0,070

Após a análise da Tabela 27, nota-se, apesar dos valores dos coeficientes serem um pouco distintos, que o comportamento global influenciado efeito da variável é a mesma. Este facto é mais visível na Figura 5 em que também se observa que a única situação que não segue o padrão é a categoria sábado da linha 207.

Esta comparação permite concluir que há uma grande estabilidade da influência do dia da semana, que a variação das categorias tem um impacto próximo dentro do Porto, já que as linhas diferem as suas zonas de passagem.

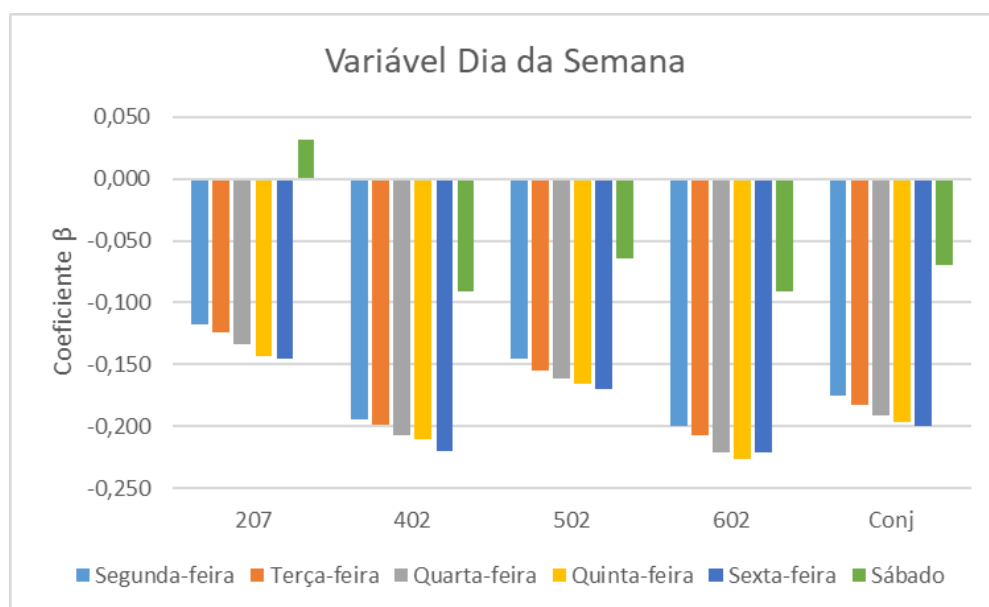


Figura 5 - Comparação Variável Dia da Semana

4.7.4.PERÍODO DA HORA

Os resultados obtidos pelo MLG para as análises feitas estão combinados na Tabela 28

Tabela 28 - Comparação dos Coeficientes Período da Hora

Parâmetro	207	402	502	602	Conj
Período 1	0a	0a	0a	0a	0a
Período 2	-0,085	-0,011	-0,077	-0,054	-0,060
Período 3	-0,171	-0,111	-0,160	-0,185	-0,153
Período 4	0,161	0,166	0,137	0,150	0,155
Período 5	0,289	0,313	0,326	0,303	0,307

A análise desta tabela permite aferir que em todos os casos, há uma redução da velocidade entre paragens durante o período 2, e um agravamento desta redução no período 3. Este resultado é de grande

importância, pois o fato de mostrar a mesma tendência para todas as análises feitas, garante robustez e estabilidade o que permite prever e gerir a operação das linhas de acordo com este padrão.

Também é importante salientar a definição das categorias desta variável, em que o período 1 é considerado o período de ponta da manhã, e isto é utilizado para calcular a frequência necessária de autocarros, sendo maior nos períodos de ponta. Com isto, vê-se uma necessidade de medir a divisão feita dos períodos, pois uma das razões deste resultado, é de que o período 1 está classificado como muito curto, e ainda no fim do seu horário, início do horário do período 2, ainda é provável existir muito tráfego e eventuais congestionamentos. Estas constatações foram consolidadas com uma aplicação do MLG não apresentada no trabalho, em que foi introduzida uma variável “Hora”, então no lugar de ter sido feito por períodos, foi feita uma medição mais detalhada hora a hora. Nesta análise, mostrou-se que em alguns casos o horário de ponta apresenta valores iguais ou menores do que os horários agrupados como intervalo entre pontas.

É possível pela Figura 6 observar um comportamento constante da variável período do dia. Assim como na variável dia da semana, pode-se aferir que a estabilidade do comportamento das categorias desta variável.

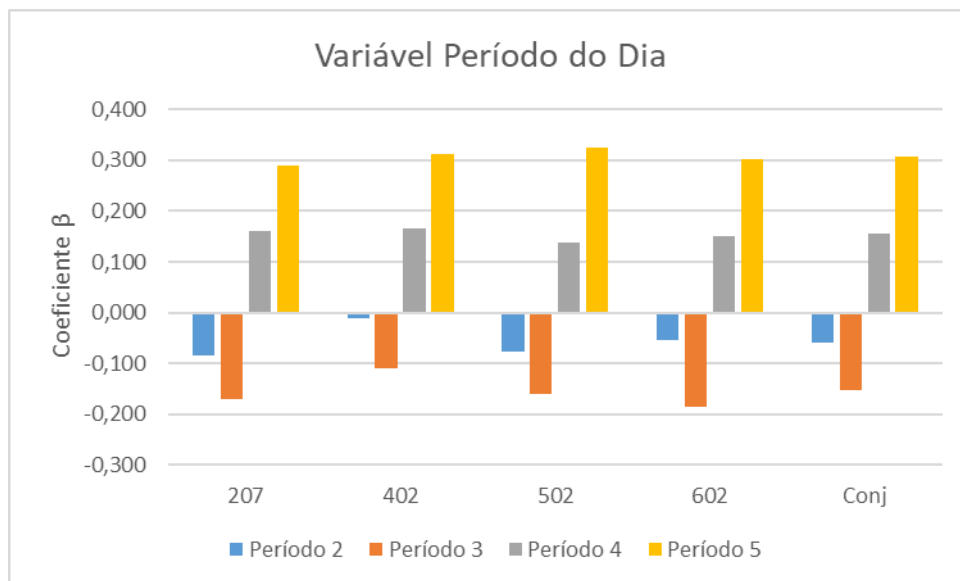


Figura 6 - Comparação Variável Período do Dia

4.7.5. COVID

Como era de se esperar, a variável Covid encontrou um efeito positivo na velocidade entre paragens para todas as análises. Na Figura 7 pode-se comparar os seus coeficientes. A seresta variável representa a influência que as medidas de restrição impostas, a alteração do local de trabalho, passando para trabalhar em casa, entre outras medidas que reduziram o movimento na via, fizeram o tráfego reduzir, contribuindo para um aumento da velocidade entre paragens do serviço que continuou em funcionamento bem como a menor procura do TP.

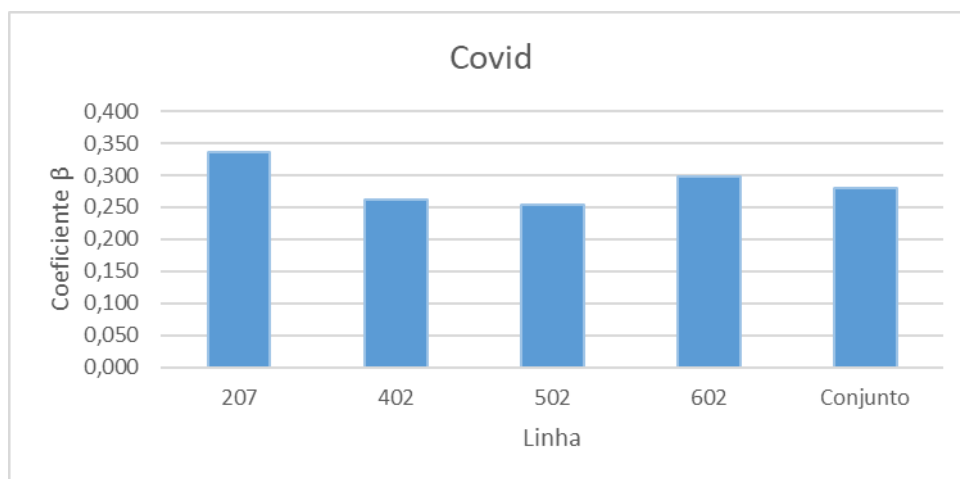


Figura 7 - Comparação da variável Covid

4.7.6. FERIADO

Os resultados estimados para os coeficientes estão comparados na Figura 8. Como era de se esperar, a velocidade entre paragens aumenta, em todas as análises realizadas, na ocorrência de um feriado. Também esta variável apresenta um efeito padrão e estável nas linhas estudadas. Com esta variável pode-se concluir que as variáveis que representam medidas temporais apresentam efeitos comuns nas várias linhas.

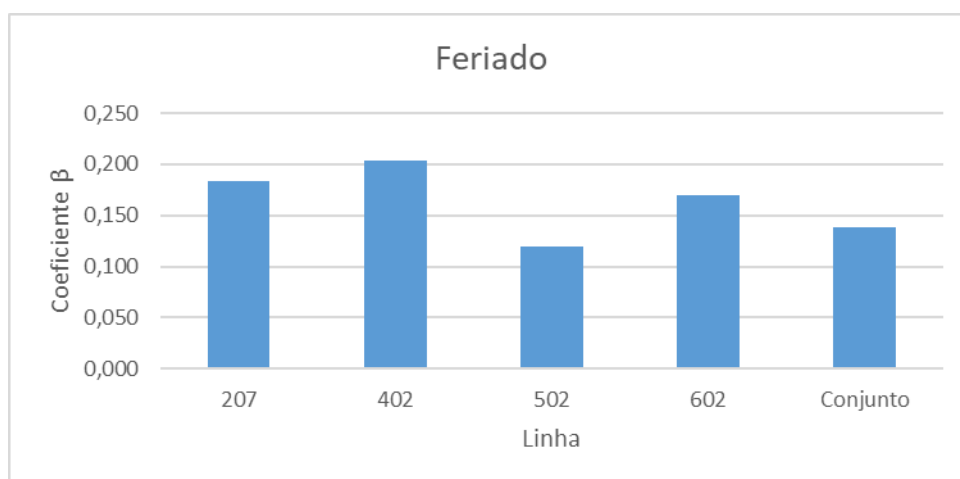


Figura 8 – Comparação da variável Feriados

4.7.7. HIERARQUIA VIÁRIA

Deve-se ressaltar para esta comparação que para a Linha 207, o cenário base de referência considera uma Hierarquia Viária de Distribuidora Local, enquanto para as restantes análises foi considerada como categoria de referência, a Distribuidora Principal. A Linha 502 não está presente nesta análise comparativa, pois esta variável não foi incluída no modelo por não ter variabilidade.

Para o caso da Linha 207, os coeficientes estimados indicam que a velocidade entre paragens tende a aumentar na presença de Distribuidora Principal, quando comparada à Distribuidora Local, logo, o inverso é aplicável, e a velocidade entre paragens baixa, quando se está em Distribuidora Local, se tivesse como referência a categoria Distribuidora Principal. Esta análise é importante para uma comparação direta dos resultados das outras linhas e da análise conjunta. Da mesma maneira, vê-se que o Acesso Local não agrega um aumento na velocidade entre paragens tão grande quando comparado com a Distribuidora Principal, por isso, pode-se concluir, que se o cenário base fosse de Distribuidora Principal, a categoria de Acesso Local teria um efeito negativo na velocidade entre paragens.

Quando realizada a análise conjunta das linhas, os coeficientes estimados indicam uma redução da velocidade entre paragens na presença de uma via classificada como Distribuidora Local, e uma redução mais acentuada para uma via classificada como Acesso Local. A correlação encontrada entre estas categorias foi de -0,169, que combinado com a significância estatística apresentada na Tabela 24 - Resultado do MLG da Velocidade Entre Paragens - Análise Conjunta, indica um nível de confiança no resultado do modelo.

A leitura direta dos coeficientes mostra que, no caso da linha 207, na presença de Acesso Local ou de Distribuidora Local, a velocidade entre paragens reduz, comparativamente à Distribuidora Principal, reduzindo mais no segundo caso. Porém, é de referir que o valor de correlação encontrado para as variáveis foi de 0,942, indicando uma grande dependência entre elas.

Para a Linha 402, também se encontrou uma grande correlação entre as variáveis estudadas, com o valor de -0,886. Analisando cuidadosamente cada tramo da linha, em quatro dos dez tramos, ocorre a presença de Acesso Local e Distribuidora Local. Nestes tramos, a proporção dentro do tramo é muito próxima, em torno dos 50%, isto pode justificar a elevada correlação.

Os coeficientes estimados para a linha 602 coincidem em termos de tendência do impacto, com os da análise conjunta, apesar de diferirem no valor do coeficiente, ao estimar que a velocidade reduz mais em Distribuidora Local. Contudo, mais uma vez a correlação estimada entre estas categorias é elevada com o valor de 0,967. Como se pode concluir desta análise comparativa, a variável Hierarquia Viária apresenta efeitos distintos para as linhas em estudo existindo elevadas correlações entre as categorias, não se podendo por isso, definir um padrão. De salientar que esta variável representa um conjunto de características dos tramos (geométricas e funcionais) que podem de facto variável ou agregar outros efeitos difíceis de interpretar.

4.7.8. OCUPAÇÃO DO SOLO

A Ocupação do Solo é uma variável que representa diversas características do território tal como o número de habitantes e as atividades económicas. Por estes factos a variável pode caracterizar a procura do TP, o tráfego pedonal e de veículos bem como conflitos entre os modos de transporte na zona.. Tal como na variável Hierarquia Viária também esta variável pode captar diversos fatores difíceis de identificar e interpretar, mas também, por ser demasiado abrangente, não conseguir representar as diferenças e semelhanças entre as categorias. Da análise desta variável, mas também da variável Hierarquia Viária, ambas variáveis que classificam os tramos, é importante mencionar que a variação destas variáveis na base de dados é baixa relativamente ao número total de observações que resultam essencialmente da variação temporal (hora a hora). No total dos 36 tramos estudados, 18 estão classificados com o mesmo tipo de Ocupação do Solo até porque grande parte dos tramos são na verdade a mesma via pois correspondem ao percurso dos autocarros de ida e volta.

4.7.9. CARACTERIZAÇÃO DA VIA

Para esta análise comparativa agregou-se as variáveis que caracterizam o número de vias com a variável via bus. Esta agregação deu-se devido à existência de colinearidade ou elevada dependência entre estas variáveis em todas as análises realizadas na medida em que a presença de via bus aumenta o número de vias que caracterizam o tramo.

De facto, na análise da Linha 602 apenas a variável Via Bus apresentou resultados com significância estatística. dade referir que Via Bus só se encontra presente em 16,7% de um dos seis tramos. A matriz de correlações entre esta variável e as variáveis do número de vias apresenta valores superiores a 0,60.

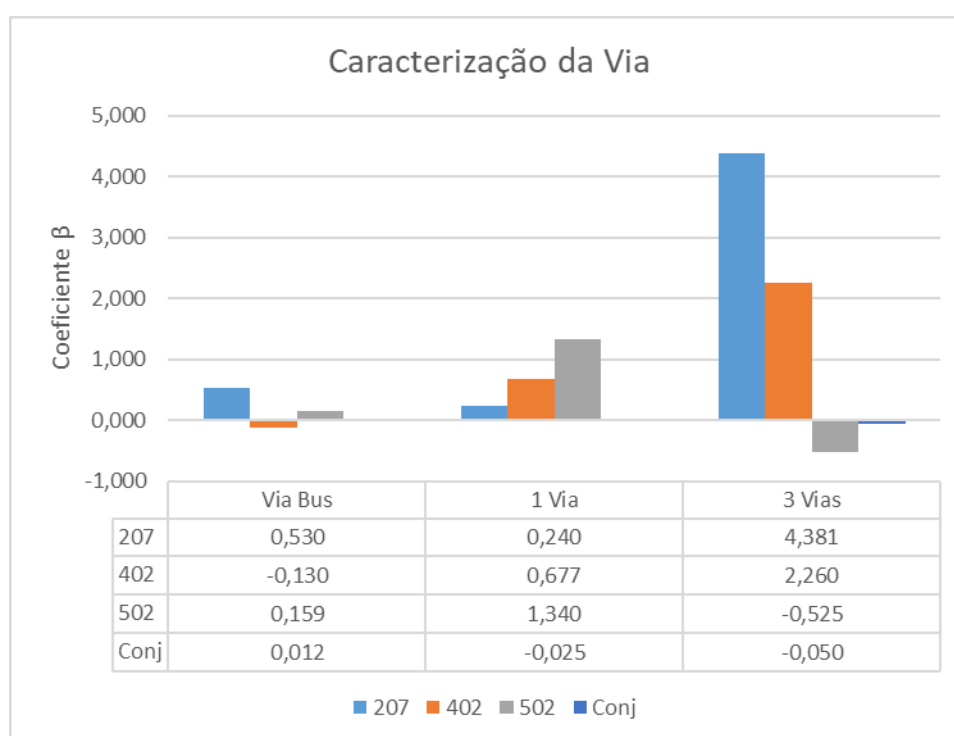


Figura 9 - Comparação da Caracterização da Via

A heterogeneidade encontrada também nestes resultados, mesmo para variáveis que caracterizam um fator específico das vias, mostra a importância de um maior detalhamento das condições geométricas e funcionais da via, pois sabe-se que para estas três linhas em caso, é habitual que nas vias classificadas como 2 vias, estas muitas vezes funcionam como 1 via, pois acontece com frequência o estacionamento indevido. Há situações em que a possibilidade de interferência do sentido contrário, pode também afetar a circulação, pois há partes dos tramos que a interferência do sentido contrário é impossibilitada, devido à existência de separadores físicos. Os efeitos agregados a estas variáveis não consideradas pode-se refletir na heterogeneidade apresentada no número de vias.

4.7.10. VARIÁVEIS DE DENSIDADE

Para as variáveis de densidade de paragens e de semáforos, a comparação dos resultados está apresentada na Figura 10.

O resultado esperado para estas variáveis era que os coeficientes fossem estimados como negativos, como encontrado na análise conjunta, representando obstáculos para a circulação do TP a velocidades entre paragens mais elevadas. É de esperar que na análise separada por linha, estas variáveis perdem representatividade e variabilidade pelo menor número de observações e por outro lado, a análise da matriz de correlações mostra valores elevados destas variáveis com algumas das restantes variáveis.

Para a análise da Linha 207, a variável densidade de paragens encontrou correlações de valor superior à 0,800 com as seguintes variáveis: Acesso Local, Distribuidora Principal, Ocupação Histórica ou Verde, Equipamentos, 1 Via e 3 Vias.

Para a análise da Linha 402, a variável densidade de paragens encontrou correlação de valor superior à 0,800 com as seguintes variáveis: Acesso Local, 1 Via e 3 Vias. Para variável densidade de semáforos, a correlação superior à 0,800 foi encontrada nas seguintes variáveis: Acesso Local, Habitação, 1 Via, 3 Vias.

Para a análise da Linha 502, foi encontrado uma correlação superior à 0,800 com a variável densidade de paragem para todas as restantes variáveis analisadas. Já para variável densidade de semáforos, a correlação só não é superior à 0,800 com a variável Ocupação Histórica ou Verde.

A linha 602 encontrou redundância para estas variáveis.

Já para o caso da análise conjunta, apenas em dois casos é que se encontram correlações superiores à 0,400, que foi identificado na variável densidade de semáforos com as variáveis 1 Via e Ocupação Habitacional.

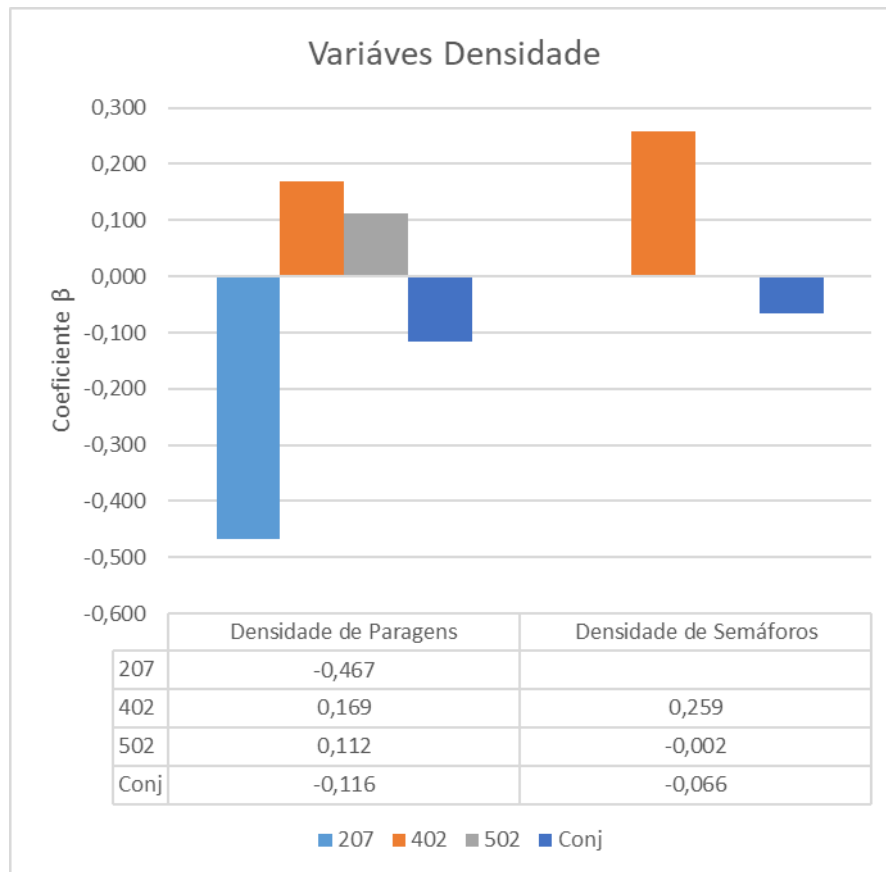


Figura 10 - Comparação Variáveis Densidade

Por último, salienta-se mais uma vez que embora o número de observações por base de dados é muito elevado, o número de tramos distintos é muito reduzido. Como tal, a consistência obtida nos resultados das variáveis temporais é distinta dos resultados das variáveis que caracterizam o espaço.

5 CONCLUSÕES

O objetivo principal que incitou o trabalho realizado no âmbito da dissertação foi o de analisar o efeito de possíveis fatores na circulação do transporte público na cidade do Porto, nomeadamente com base na análise da variação da velocidade entre paragens. Esta análise permite por um lado, identificar a importância de determinados fatores e com isso apoiar a tomada de decisão na eventual necessidade de melhorar as condições de circulação e por outro lado, definir cenários de referência com base nas características do percurso dos autocarros e assim monitorizar a circulação

Neste trabalho, foi realizado uma análise de dados com a aplicação do MLG. O estudo foi feito considerando cinco análises distintas, uma de cada linha de autocarro estudada, e uma análise em que os dados foram todos agregados na mesma base. As variáveis escolhidas para caracterização podem ser agrupadas de três maneiras: temporais (ano, mês, dia da semana, período da hora, covid, feriado), macro (acesso local, distribuidora local, distribuidora principal, habitação, urbana, histórica ou verde e equipamentos) e micro (via bus, 1 via, 2 vias, 3 vias, densidade de semáforos, densidade de paragens). Estas foram as variáveis independentes escolhidas para encontrar o impacto na variável dependente do estudo, a velocidade entre paragens.

Primeiro foi feito um enquadramento com os assuntos que motivaram a realização deste trabalho, juntamente com as matérias bases para compreensão do trabalho. Depois disso, foi feita a descrição das linhas, das variáveis escolhidas e das bases de dados existentes que posteriormente foram analisadas com recurso ao IBM Statistics SPSS 26 para aplicação do MLG. Por fim, foi feita uma análise individual dos resultados apresentados em cada análise feita, apontando possíveis fugas aos resultados previstos e depois foi feita uma comparação dos resultados entre as linhas para encontrar comportamentos tendenciais das variáveis ou então comportamentos heterogéneos.

Como se concluiu com a análise dos resultados obtidos, a cidade do Porto está em constante crescimento populacional e turístico o que gera uma dinâmica na mobilidade urbana que nestes últimos 5 anos se refletiu numa diminuição da velocidade entre paragens, efeito este que tem sido gradual com o passar do tempo, excetuando o período associado à pandemia Covid-19 e em particular com o confinamento.

Considerando que a STCP gere as frequências de passagens dos autocarros com base nos diferentes períodos do dia, dividindo as 24 horas em 5 períodos distintos, incluindo noturno e diurno, é possível concluir que o Período 2 (09:30-16:30) poderá estar subdimensionado, já que comparativamente ao Período 1 – Ponta Manhã (07:30-09:30), a velocidade entre paragens baixa. Após esta observação, e ao analisar os horários apresentados pela STCP, que serão dimensionados para situações de normal circulação, e em que se verifica tempos de operação menores no Período 2 relativamente ao Período 1, sugere-se uma análise futura focada nos tempos de atrasos dos autocarros. Sendo o indicar tempos de atrasos muito relevante quer para o passageiro quer para o operador, entende-se de facto que uma análise centrada neste indicador poderá ser relevante.

É de salientar também, que outros trabalhos realizados e publicados em revistas científicas consideram habitualmente como indicador os tempos de percurso e/ou os atrasos. Apesar das variáveis tempo e velocidade estarem interligadas, e dependendo de qual velocidade é considerada no estudo, esta pode não descrever diretamente os atrasos ou adiantos ocorridos. Para efeitos de dimensionamento de tempo de viagens e/ou frequências necessárias, mostra-se de mais interesse, estudar o tempo entre viagens e não a velocidade.

A base de dados original da STCP e fornecida pela Câmara Municipal do Porto, inclui valores das velocidades em função do tempo – ano, mês, dia da semana e período do dia. No âmbito deste estudo, realizou-se um levantamento de informação que caracterizasse as velocidades em função das características dos percursos assumidos para as 4 linhas. Assim, para cada tramo determinou-se a sua classificação Hierárquica Viária, o tipo de Ocupação do Solo, o número de Vias no sentido de circulação bem como a existência de Via Bus, e o número de paragens e interseções semaforizadas por quilómetro. A heterogeneidade observada no efeito das variáveis Hierarquia Viária, Ocupação do Solo e Número de Vias na velocidade entre paragens, permite concluir que, para futuros estudos, os tramos, constituídos por várias paragens, devem ser mais segmentados, idealmente considerando cada paragem. Com tramos menores, seria possível transformar as variáveis contínuas em categóricas, utilizando o seu maior peso dentro daquele tramo.

Considerando como exemplo a variável Equipamentos, relativa a um tipo de Ocupação do Solo, é de esperar que como variável contínua, representando uma percentagem do tramo com esse tipo de ocupação do solo, não consiga captar o efeito único da presença na envolvente da via de faculdades e outros serviços ao contrário de uma variável categórica que iria classificar o tramo apenas com a referida categoria.

A variável Via Bus, provavelmente a variável independente mais relevante de estudar sob o ponto de vista do gestor da via e do operador, não demonstrou resultados consistentes. Era expectável um impacto consistente no aumento da velocidade nos tramos com a presença de via bus, sendo que em alguns casos verificou-se que a Via Bus reduz a velocidade entre paragens. Contudo, este resultado pode ser explicado por um lado, pela sua representação por uma variável contínua em vez de categórica tal como explicado anteriormente, em alguns casos apresentando colinearidade ou elevada correlação com a variável número de vias. Por outro lado, o efeito de diminuição de velocidade pode ser resultado do facto dos tramos onde existe via bus são de facto locais com elevado tráfego e conflitos e por isso mesmo a necessidade de implementar uma via bus. Nesse sentido, salienta-se a necessidade de um estudo específico deste efeito, considerando uma análise paragem-a-paragem. Com esta nova análise, seria mais fácil perceber o impacto que o incremento de 100m de via bus traria para a velocidade entre paragens, ou então o tempo de viagem entre paragens.

Para reforçar a ideia da necessidade de futuros estudos com análises paragem-a-paragem, deve-se dizer que apesar da base de dados existente das linhas ter um número de muito elevado de observações, o número de tramos é muito baixo - 36 tramos no total. De maneira explícita, se o mesmo estudo tivesse considerado tramos paragem-a-paragem, resultariam em 256 tramos, tornando-se possível, então, reduzir a variabilidade existente das variáveis contínuas por tramo e caracterizá-las de forma mais consistente e eficiente. De facto, as variáveis temporais da base de dados apresentam uma grande consistência nos resultados ao contrário das variáveis contínuas que descrevem os tramos. Aproveita-se também para lembrar que se com este número de observações, praticamente todos os coeficientes estimados apresentam um nível de confiança estatística de 99%, com a repartição dos tramos existentes em tramos subdivididos, o número de observações aumentaria proporcionalmente, tornando o estudo ainda mais rico de informação.

Acrescenta-se ainda o facto de terem sido estudadas quatro linhas distintas, que têm os seus percursos em zonas geográficas variadas da cidade, mas cujo impacto das variáveis temporais é muito semelhante ao contrário das variáveis que caracterizam o espaço. Para consolidar estes resultados é relevante estender o estudo às restantes linhas da cidade do Porto.

De acordo com as variáveis estudadas pode-se concluir que nos estudos futuros, deve-se investir mais esforço numa caracterização mais micro das vias de forma a captar a dinâmica da mobilidade, em detrimento das variáveis macro que podem não se comportar de maneira homogénea pelo território da cidade, querendo isto dizer que o mesmo tipo de ocupação do solo categorizado de uma maneira na zona A pode se comportar de maneira diferente, a nível de procura, atividade, conflitos, na zona B. Nesse sentido, sugere-se no futuro a inclusão do volume de tráfego bem como a ocorrência de incidentes nos tramos, sendo estas variáveis que afetam diretamente a circulação dos autocarros.

Com a constante dinâmica da sociedade e do meio urbano e consequente mudanças na mobilidade, e tendo em conta o crescimento tecnológico com a facilidade para sensorização das vias e dos veículos e obtenção de praticamente todo o tipo de informação em conjunto com as ferramentas de análise de dados, é possível antever o interesse de desenvolver estudos na continuidade do presente estudo. Acresce ainda a importância do transporte público como garante da mobilidade sustentável e consequente necessidade de desenvolver estudos e ferramentas para otimização do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General For Mobility And Transport - **Statistical Pocketbook**. ISBN 9789279195082.

FENG, Wei; FIGLIOZZI, Miguel; BERTINI, Robert L. - Quantifying the joint impacts of stop locations, signalized intersections, and traffic conditions on bus travel time. **Public Transport**. . ISSN 16137159. 7:3 (2015) 391–408. doi: 10.1007/s12469-015-0105-8.

LURDES SIMÕES, Maria; MILHEIRO OLIVEIRA, Paula - Modelação do atraso dos veículos em cruzamentos semaforizados. [s.d.]).

OLIVEIRA, Ricardo; PIRES DA COSTA, Américo - Caracterização da Oferta de Transportes Públicos na Área Metropolitana do Porto. 2013).

PIRES DA COSTA, Américo Henrique - Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes. 2008).

ROCHA, Miriam; ALBUQUERQUE, Cristina; SILVA, Moreira - Selecting the most relevant variables towards clustering bus priority corridors. **Public Transport**. . ISSN 1613-7159. 12:3 (2020) 587–609. doi: 10.1007/s12469-020-00245-x.

STCP - <https://www.stcp.pt/pt/institucional/stcp/missao-visao-e-politica/>. [s.d.]).

ZHU, H. B. - Numerical study of urban traffic flow with dedicated bus lane and intermittent bus lane. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**. . ISSN 03784371. 389:16 (2010) 3134–3139. doi: 10.1016/j.physa.2010.03.040.

ANEXOS

5.1.MLG LINHA 207

Tabela 29 - Model Information Linha 207

Model Information	
Dependent Variable	VELOCIDADE
Probability Distribution	Gamma
Link Function	Log

Tabela 30 - Case Processing Summary Linha 207

	N	Percent
Included	702115	100,00%
Excluded	0	0,00%
Total	702115	100,00%

Tabela 31 - Categorical Variable Information Linha 207

		N	Percent
Factor	Ano	5	57316 8,20%
		4	157406 22,40%
		3	162030 23,10%
		2	164680 23,50%
		1	160683 22,90%
	Total	702115	100,00%
		12	52851 7,50%
		11	55152 7,90%
		10	55933 8,00%
		9	55695 7,90%
Mes		8	45871 6,50%
		7	56755 8,10%
		6	50124 7,10%
		5	60662 8,60%
		4	62775 8,90%

	3	69523	9,90%
	2	65279	9,30%
	1	71495	10,20%
	Total	702115	100,00%
dia_semana	6	60326	8,60%
	5	126700	18,00%
	4	128736	18,30%
	3	130000	18,50%
	2	126804	18,10%
	1	129290	18,40%
	0	259	0,00%
	Total	702115	100,00%
Periodo_Hora	5	12945	1,80%
	4	131965	18,80%
	3	115748	16,50%
	2	332328	47,30%
	1	109129	15,50%
	Total	702115	100,00%
Covid	1	21670	3,10%
	0	680445	96,90%
	Total	702115	100,00%
Feriado	1	3391	0,50%
	0	698724	99,50%
	Total	702115	100,00%

Tabela 32 - Continuous Variable Information Linha 207

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable	VELOCIDADE	702115	0,92	56	14,84156	4,607888
Covariate	HV_ALoc_Perc	702115	0	1	0,210541	0,31154
	HV_DPrin_Perc	702115	0	1	0,385373	0,367159
	OC_Habi_Perc	702115	0	0,880282	0,174832	0,350188

OC_HiVe_Perc	702115	0	0,333333	0,0462	0,10299
OC_Equi_Perc	702115	0	0,670391	0,329615	0,269182
Via_Bus_Perc	702115	0	0,723987	0,161422	0,254613
Via_1_Perc	702115	0	0,840909	0,416632	0,30242
Via_3_Perc	702115	0	0,339518	0,054026	0,112076
paragens_km	702115	0,927644	3,250271	2,336963	0,840174
Semaforo_km	702115	0,975372	9,276438	5,309511	2,629045

Tabela 33 - Goodness of Fit Linha 207

	Value	df	Value/df
Deviance	28598,604	702077	0,041
Scaled Deviance	667435,177	702077	
Pearson Chi-Square	27867,964	702077	0,04
Scaled Pearson Chi-Square	650383,473	702077	
Log Likelihoodb	-1733415,063		
Akaike's Information Criterion (AIC)	3466908,127		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	3466908,131		
Bayesian Information Criterion (BIC)	3467355,139		
Consistent AIC (CAIC)	3467394,139		

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

- Information criteria are in smaller-is-better form.
- The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tabela 34 - Omnibus Test Linha 207

Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
655377,926	37	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Tabela 35 - Tests of Model Effects Linha 207

Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	203908,824	1	0
Ano	9751,997	4	0
Mes	11105,215	11	0
dia_semana	35614,805	6	0
Período_Hora	221574,828	4	0
Covid	30893,075	1	0
Feriado	2399,63	1	0
HV_ALoc_Perc	.a	.	.
HV_DPrin_Perc	.a	.	.
OC_Habi_Perc	.a	.	.
OC_HiVe_Perc	.a	.	.
OC_Equi_Perc	.a	.	.
Via_Bus_Perc	.a	.	.
Via_1_Perc	.a	.	.
Via_3_Perc	.a	.	.
paragens_km	.a	.	.
Semaforo_km	.a	.	.

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Unable to compute due to numerical problems

Tabela 36 - Parameter Estimates Linha 207

Parameter	β	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	3,307	0,0151	3,277	3,336	48169,69	1	0
[Ano=5]	-0,06	0,0013	-0,062	-0,057	2117,211	1	0
[Ano=4]	-0,064	0,0007	-0,065	-0,062	7535,426	1	0
[Ano=3]	-0,041	0,0007	-0,043	-0,04	3185,008	1	0
[Ano=2]	-0,013	0,0007	-0,014	-0,011	313,445	1	0
[Ano=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Mes=12]	-0,039	0,0012	-0,041	-0,036	995,577	1	0
[Mes=11]	-0,047	0,0012	-0,049	-0,044	1518,49	1	0
[Mes=10]	-0,074	0,0012	-0,076	-0,072	3848,742	1	0
[Mes=9]	-0,051	0,0012	-0,053	-0,048	1790,757	1	0
[Mes=8]	0,033	0,0013	0,031	0,036	687,464	1	0
[Mes=7]	-0,011	0,0012	-0,014	-0,009	91,765	1	0
[Mes=6]	-0,036	0,0012	-0,038	-0,033	839,263	1	0
[Mes=5]	-0,058	0,0012	-0,06	-0,056	2397,225	1	0
[Mes=4]	-0,046	0,0012	-0,048	-0,043	1480,741	1	0
[Mes=3]	-0,022	0,0011	-0,024	-0,019	374,391	1	0
[Mes=2]	-0,021	0,0011	-0,023	-0,019	344,098	1	0
[Mes=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[dia_semana=6]	0,032	0,0134	0,006	0,058	5,628	1	0,018
[dia_semana=5]	-0,145	0,0134	-0,172	-0,119	117,483	1	0
[dia_semana=4]	-0,143	0,0134	-0,169	-0,117	113,45	1	0
[dia_semana=3]	-0,133	0,0134	-0,16	-0,107	98,875	1	0
[dia_semana=2]	-0,124	0,0134	-0,15	-0,098	85,472	1	0
[dia_semana=1]	-0,117	0,0134	-0,144	-0,091	76,275	1	0
[dia_semana=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Periodo_Hora=5]	0,289	0,0019	0,285	0,292	22394,34	1	0
[Periodo_Hora=4]	0,161	0,0008	0,159	0,162	35800,36	1	0
[Periodo_Hora=3]	-0,171	0,0009	-0,172	-0,169	37478,29	1	0

[Periodo_Hora=2]	-0,085	0,0007	-0,087	-0,084	13897,4	1	0
[Periodo_Hora=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Covid=1]	0,336	0,0019	0,332	0,34	30893,08	1	0
[Covid=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Feriado=1]	0,184	0,0038	0,177	0,191	2399,63	1	0
[Feriado=0]	0a	.	.	.	.	.	.
HV_ALoc_Perc	0,254	0,0083	0,238	0,27	940,378	1	0
HV_DPrin_Perc	1,536	0,0113	1,514	1,558	18578,54	1	0
OC_Habi_Perc	0,568	0,002	0,564	0,572	83173,3	1	0
OC_HiVe_Perc	-3,845	0,0323	-3,908	-3,782	14192,94	1	0
OC_Equi_Perc	-1,513	0,0173	-1,546	-1,479	7670,022	1	0
Via_Bus_Perc	0,53	0,0085	0,513	0,547	3879,2	1	0
Via_1_Perc	0,24	0,0068	0,226	0,253	1234,83	1	0
Via_3_Perc	4,381	0,0352	4,312	4,451	15475,43	1	0
paragens_km	-0,467	0,0041	-0,475	-0,459	13024,82	1	0
Semaforo_km	,027b	.	.	.	.	.	.
(Scale)	,043c	7,3896E-05	0,043	0,043			

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Periodo_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Hessian matrix singularity is caused by this parameter. The parameter estimate at the last iteration is displayed.

c. Maximum likelihood estimate.

Tabela 37 - Correlations of Parameter Estimates Linha 207

	(Intercept)	HV Aloc Perc	HV Dprin Perc	OC Habi Perc	OC HiVe Perc	OC Equi Perc	Via Bus Perc	Via 1 Perc	Via 3 Perc	paragens km
(Intercept)	1,000	0,321	0,400	-0,100	-0,365	-0,365	0,187	0,131	0,320	-0,409
HV_ALoc_Perc	0,321	1,000	0,942	-0,744	-0,971	-0,967	0,899	0,840	0,954	-0,931

HV_DPri n_Perc	0,400	0,942	1,000	-0,568	-0,981	-0,982	0,764	0,660	0,941	-0,991
OC_Habi _Perc	-0,100	-0,744	-0,568	1,000	0,673	0,679	-0,873	-0,911	-0,746	0,550
OC_HiVe _Perc	-0,365	-0,971	-0,981	0,673	1,000	0,992	-0,845	-0,758	-0,977	0,969
OC_Equi _Perc	-0,365	-0,967	-0,982	0,679	0,992	1,000	-0,860	-0,767	-0,982	0,971
Via_Bus _Perc	0,187	0,899	0,764	-0,873	-0,845	-0,860	1,000	0,967	0,912	-0,743
Via_1_P erc	0,131	0,840	0,660	-0,911	-0,758	-0,767	0,967	1,000	0,831	-0,654
Via_3_P erc	0,320	0,954	0,941	-0,746	-0,977	-0,982	0,912	0,831	1,000	-0,919
paragens _km	-0,409	-0,931	-0,991	0,550	0,969	0,971	-0,743	-0,654	-0,919	1,000

5.2. MLG LINHA 402

Tabela 38 - Model Information Linha 402

Model Information	
Dependent Variable	VELOCIDADE
Probability Distribution	Gamma
Link Function	Log

Tabela 39 - Case Processing Summary Linha 402

	N	Percent
Included	812888	100,00%
Excluded	0	0,00%
Total	812888	100,00%

Tabela 40 - Categorical Variable Information Linha 402

		N	Percent	
Factor	Ano	5	58410	7,20%
		4	186984	23,00%
		3	189928	23,40%
		2	192174	23,60%
		1	185392	22,80%
		Total	812888	100,00%
	Mes	12	60240	7,40%
		11	64988	8,00%
		10	65750	8,10%
		9	63533	7,80%
		8	59379	7,30%
		7	62718	7,70%
		6	60054	7,40%
		5	70906	8,70%
		4	70479	8,70%

			3	77816	9,60%
			2	75033	9,20%
			1	81992	10,10%
			Total	812888	100,00%
	dia_semana		6	85999	10,60%
			5	130180	16,00%
			4	130908	16,10%
			3	130099	16,00%
			2	131388	16,20%
			1	130556	16,10%
			0	73758	9,10%
			Total	812888	100,00%
	Periodo_Hora		5	112668	13,90%
			4	136643	16,80%
			3	137526	16,90%
			2	317405	39,00%
			1	108646	13,40%
			Total	812888	100,00%
	Covid		1	19885	2,40%
			0	793003	97,60%
			Total	812888	100,00%
	Feriado		1	203	0,00%
			0	812685	100,00%
			Total	812888	100,00%

Tabela 41 - Continuous Variable Information Linha 402

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable	VELOCIDADE	812888	0,73	75,25	17,2079827	5,78523556
Covariate	HV_ALoc_Perc	812888	0	0,54545455	0,20648139	0,23116047
	HV_DLoc_Perc	812888	0	0,60018467	0,17725264	0,23924145
	OC_Habi_Perc	812888	0	0,88679245	0,28487613	0,3578388

OC_Equi_Perc	812888	0	0,12711864	0,02244953	0,04530068
Via_Bus_Perc	812888	0	0,77777778	0,12937378	0,26626317
Via_1_Perc	812888	0	1	0,30352006	0,36842426
Via_3_Perc	812888	0	0,77829638	0,12345567	0,2321322
paragens_km	812888	0,86580087	3,41005968	2,08183756	0,80938353
Semaforo_km	812888	0,36049027	6,92640693	4,10926041	2,169355

Tabela 42 - Goodness of Fit Linha 402

	Value	df	Value/df
Deviance	41382,735	812851	0,051
Scaled Deviance	819725,885	812851	
Pearson Chi-Square	40968,498	812851	0,05
Scaled Pearson Chi-Square	811520,514	812851	
Log Likelihoodb	-2216881,455		
Akaike's Information Criterion (AIC)	4433838,91		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	4433838,914		
Bayesian Information Criterion (BIC)	4434280,028		
Consistent AIC (CAIC)	4434318,028		

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tabela 43 - Omnibus Test Linha 402

Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
595774,98	36	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Tabela 44 - Tests of Model Effects

Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	845,144	1	0
Ano	2796,623	4	0
Mes	8686	11	0
dia_semana	69813,788	6	0
Período_Hora	288963,769	4	0
Covid	15850,877	1	0
Feriado	166,111	1	0
HV_ALoc_Perc	6435,562	1	0
HV_DLoc_Perc	7464,672	1	0
OC_Habi_Perc	11891,097	1	0
OC_Equi_Perc	104,005	1	0
Via_Bus_Perc	1255,772	1	0
Via_1_Perc	22425,764	1	0
Via_3_Perc	17589,196	1	0
paragens_km	10063,883	1	0
Semaforo_km	8488,165	1	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

Tabela 45 - Parameter Estimates Linha 402

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval	Hypothesis Test
-----------	---	------------	------------------------------	-----------------

			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	0,574	0,0229	0,529	0,618	629,839	1	0
[Ano=5]	-0,039	0,0013	-0,042	-0,036	836,11	1	0
[Ano=4]	-0,034	0,0007	-0,035	-0,032	2082,527	1	0
[Ano=3]	-0,019	0,0007	-0,021	-0,018	691,678	1	0
[Ano=2]	-0,007	0,0007	-0,008	-0,005	83,433	1	0
[Ano=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Mes=12]	-0,009	0,0012	-0,012	-0,007	56,339	1	0
[Mes=11]	-0,026	0,0012	-0,029	-0,024	470,436	1	0
[Mes=10]	-0,026	0,0012	-0,028	-0,024	464,592	1	0
[Mes=9]	0,003	0,0012	0,001	0,005	6,224	1	0,013
[Mes=8]	0,07	0,0012	0,068	0,073	3221,03	1	0
[Mes=7]	0,027	0,0012	0,024	0,029	479,096	1	0
[Mes=6]	0,007	0,0012	0,005	0,01	35,934	1	0
[Mes=5]	-0,006	0,0012	-0,008	-0,004	25,862	1	0
[Mes=4]	0,014	0,0012	0,011	0,016	133,19	1	0
[Mes=3]	0,003	0,0011	0,001	0,006	9,098	1	0,003
[Mes=2]	-0,002	0,0011	-0,004	0,001	1,996	1	0,158
[Mes=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[dia_semana=6]	-0,091	0,0011	-0,093	-0,089	6541,909	1	0
[dia_semana=5]	-0,22	0,001	-0,222	-0,218	45075,774	1	0
[dia_semana=4]	-0,21	0,001	-0,212	-0,208	41231,95	1	0
[dia_semana=3]	-0,207	0,001	-0,209	-0,205	39698,178	1	0
[dia_semana=2]	-0,199	0,001	-0,201	-0,197	36925,341	1	0
[dia_semana=1]	-0,194	0,001	-0,196	-0,192	35031,467	1	0
[dia_semana=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Periodo_Hora=5]	0,313	0,001	0,311	0,315	107004,44	1	0
[Periodo_Hora=4]	0,166	0,0009	0,165	0,168	33144,626	1	0
[Periodo_Hora=3]	-0,111	0,0009	-0,113	-0,109	14770,41	1	0
[Periodo_Hora=2]	-0,011	0,0008	-0,013	-0,01	210,382	1	0
[Periodo_Hora=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Covid=1]	0,262	0,0021	0,258	0,266	15850,877	1	0

[Covid=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Feriado=1]	0,204	0,0158	0,173	0,235	166,111	1	0
[Feriado=0]	0a	.	.	.	.	.	.
HV_ALoc_Perc	1,857	0,0232	1,812	1,903	6435,562	1	0
HV_DLoc_Perc	-0,529	0,0061	-0,541	-0,517	7464,672	1	0
OC_Habi_Perc	0,702	0,0064	0,689	0,714	11891,097	1	0
OC_Equi_Perc	0,255	0,025	0,206	0,304	104,005	1	0
Via_Bus_Perc	-0,13	0,0037	-0,137	-0,123	1255,772	1	0
Via_1_Perc	0,677	0,0045	0,668	0,686	22425,764	1	0
Via_3_Perc	2,26	0,017	2,227	2,293	17589,196	1	0
paragens_km	0,169	0,0017	0,166	0,172	10063,883	1	0
Semaforo_km	0,259	0,0028	0,253	0,264	8488,165	1	0
(Scale)	,050b	7,853E-05	0,05	0,051			

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

Tabela 46 - Correlation of Parameters Estimates Linha 402

		HV Aloc Perc	HV Dloc Perc	OC Habi Perc	OC Equi Perc	Via Bus Perc	Via 1 Perc	Via 3 Perc	paragen s km	Semafor o km
(Intercept)	1,000	-0,916	0,664	-0,814	0,405	0,632	-0,887	-0,984	-0,962	-0,996
HV ALoc Perc	-0,916	1,000	-0,886	0,532	-0,066	-0,799	0,652	0,949	0,874	0,919
HV DLoc Perc	0,664	-0,886	1,000	-0,153	-0,284	0,877	-0,343	-0,751	-0,658	-0,663
OC Habi Perc	-0,814	0,532	-0,153	1,000	-0,830	-0,160	0,947	0,727	0,758	0,819
OC Equi Perc	0,405	-0,066	-0,284	-0,830	1,000	-0,260	-0,675	-0,284	-0,314	-0,427
Via Bus Perc	0,632	-0,799	0,877	-0,160	-0,260	1,000	-0,358	-0,746	-0,686	-0,620
Via 1 Perc	-0,887	0,652	-0,343	0,947	-0,675	-0,358	1,000	0,836	0,867	0,882

Via 3 Perc	-0,984	0,949	-0,751	0,727	-0,284	-0,746	0,836	1,000	0,968	0,979
Paragens km	-0,962	0,874	-0,658	0,758	-0,314	-0,686	0,867	0,968	1,000	0,945
Semaforo km	-0,996	0,919	-0,663	0,819	-0,427	-0,620	0,882	0,979	0,945	1,000

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, dia_semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. One or both parameter estimates are redundant.

5.3.MLG LINHA 502

Tabela 47 - Model Information Linha 502

Model Information	
Dependent Variable	VELOCIDADE
Probability Distribution	Gamma
Link Function	Log

Tabela 48 - Case Processing Summary

	N	Percent
Included	888595	100,00%
Excluded	0	0,00%
Total	888595	100,00%

Tabela 49 - Categorical Variable Information Linha 502

		N	Percent	
Factor	Ano	5	71391	8,00%
		4	202104	22,70%
		3	205266	23,10%
		2	207445	23,30%
		1	202389	22,80%
		Total	888595	100,00%
	Mês	12	66996	7,50%
		11	68786	7,70%
		10	70108	7,90%
		9	68499	7,70%
		8	62204	7,00%
		7	72710	8,20%
		6	66494	7,50%
		5	78652	8,90%
		4	77956	8,80%
		3	86943	9,80%

		2	80915	9,10%
		1	88332	9,90%
		Total	888595	100,00%
Dia da Semana		6	93575	10,50%
		5	142232	16,00%
		4	142678	16,10%
		3	142808	16,10%
		2	143301	16,10%
		1	142972	16,10%
		0	81029	9,10%
		Total	888595	100,00%
	Período_Hora		5	122017
		4	159036	17,90%
		3	144934	16,30%
		2	345962	38,90%
		1	116646	13,10%
		Total	888595	100,00%
Covid		1	27168	3,10%
		0	861427	96,90%
		Total	888595	100,00%
Feriado		1	23105	2,60%
		0	865490	97,40%
		Total	888595	100,00%

Tabela 50 - Continuous Variable Information Linha 502

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable	VELOCIDADE	888595	1,07	69,16	17,94284	6,42461
Covariate	OC_Habi_Perc	888595	0	0,792	0,25249	0,320176
	OC_HiVe_Perc	888595	0	0,333	0,05287	0,110682
	OC_Equi_Perc	888595	0	0,72	0,076	0,22129
	Via_Bus_Perc	888595	0	1	0,24363	0,382312

Via_1_Perc	888595	0	0,359	0,08407	0,133071
Via_3_Perc	888595	0	1	0,30254	0,354421
paragens_km	888595	0,987	2,39	1,97319	0,395791
Semaforo_km	888595	3,284	10,321	5,71213	2,252762

Tabela 51 - Goodness of Fit Linha 502

	Value	df	Value/df
Deviance	42972,796	888559	0,048
Scaled Deviance	895698,697	888559	
Pearson Chi-Square	43214,779	888559	0,049
Scaled Pearson Chi-Square	900742,45	888559	
Log Likelihoodb	-2429215,84		
Akaike's Information Criterion (AIC)	4858505,673		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	4858505,676		
Bayesian Information Criterion (BIC)	4858938,477		
Consistent AIC (CAIC)	4858975,477		

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tabela 52 - Omnibus Test

Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
845317,463	35	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Tabela 53 - Tests of Model Effects Linha 502

Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	30546,11	1	0
Ano	1125,903	4	0
Mês	6101,181	11	0
Dia da Semana	50214,541	6	0
Período_Hora	447499,37	4	0
Covid	19744,32	1	0
Feriado	6623,147	1	0
OC_Habi_Perc	18112,4	1	0
OC_HiVe_Perc	246,289	1	0
OC_Equi_Perc	1271,63	1	0
Via_Bus_Perc	104,286	1	0
Via_1_Perc	2213,375	1	0
Via_3_Perc	740,472	1	0
paragens_km	296,646	1	0
Semaforo_km	12,976	1	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

Tabela 54 - Parameter Estimates Linha 502

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	2,651	0,0157	2,62	2,682	28511,782	1	0
[Ano=5]	-0,021	0,0012	-0,023	-0,018	289,354	1	0
[Ano=4]	-0,017	0,0007	-0,018	-0,016	598,113	1	0
[Ano=3]	-0,009	0,0007	-0,01	-0,008	166,601	1	0
[Ano=2]	0,002	0,0007	0,001	0,003	8,4	1	0,004
[Ano=1]	0a	.	.	.	.	.	.

[Mês=12]	-0,013	0,0011	-0,015	-0,011	123,439	1	0
[Mês=11]	-0,019	0,0011	-0,021	-0,017	278,535	1	0
[Mês=10]	-0,033	0,0011	-0,035	-0,031	859,565	1	0
[Mês=9]	-0,027	0,0011	-0,029	-0,025	550,542	1	0
[Mês=8]	0,038	0,0012	0,035	0,04	1032,107	1	0
[Mês=7]	-0,001	0,0011	-0,003	0,001	0,49	1	0,484
[Mês=6]	-0,031	0,0011	-0,033	-0,029	719,263	1	0
[Mês=5]	-0,031	0,0011	-0,033	-0,028	763,844	1	0
[Mês=4]	-0,009	0,0011	-0,011	-0,006	58,592	1	0
[Mês=3]	0,003	0,0011	0,001	0,005	6,016	1	0,014
[Mês=2]	-0,005	0,0011	-0,007	-0,003	19,805	1	0
[Mês=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Dia da Semana=6]	-0,065	0,0011	-0,067	-0,063	3783,163	1	0
[Dia da Semana=5]	-0,17	0,001	-0,172	-0,168	31063,313	1	0
[Dia da Semana=4]	-0,166	0,001	-0,168	-0,164	29512,399	1	0
[Dia da Semana=3]	-0,161	0,001	-0,163	-0,16	27955,12	1	0
[Dia da Semana=2]	-0,155	0,001	-0,157	-0,153	25847,256	1	0
[Dia da Semana=1]	-0,145	0,001	-0,147	-0,143	22596,844	1	0
[Dia da Semana=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Período_Hora=5]	0,326	0,0009	0,324	0,327	131321,82	1	0
[Período_Hora=4]	0,137	0,0008	0,136	0,139	26396,235	1	0
[Período_Hora=3]	-0,16	0,0009	-0,162	-0,158	34452,744	1	0
[Período_Hora=2]	-0,077	0,0007	-0,079	-0,076	10908,503	1	0
[Período_Hora=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Covid=1]	0,254	0,0018	0,25	0,257	19744,32	1	0
[Covid=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Feriado=1]	0,12	0,0015	0,117	0,123	6623,147	1	0

[Feriado=0]	0a	.	.	.	.	.	.
OC_Habi_Perc	0,701	0,0052	0,691	0,712	18112,4	1	0
OC_HiVe_Perc	-0,222	0,0142	-0,25	-0,194	246,289	1	0
OC_Equi_Perc	-0,517	0,0145	-0,546	-0,489	1271,63	1	0
Via_Bus_Perc	0,159	0,0156	0,129	0,19	104,286	1	0
Via_1_Perc	1,34	0,0285	1,285	1,396	2213,375	1	0
Via_3_Perc	-0,525	0,0193	-0,563	-0,487	740,472	1	0
paragens_km	0,112	0,0065	0,099	0,124	296,646	1	0
Semaforo_km	-0,002	0,0006	-0,003	-0,001	12,976	1	0
(Scale)	,048b	7,141E-05	0,048	0,048			

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

Tabela 55 - Correlation of Parameter Estimates

	(Intercept)	OC Habi Perc	OC HiVe Perc	OC Equi Perc	Via Bus Perc	Via 1 Perc	Via 3 Perc	paragens km	Semaforo km
(Intercept)	1,000	-0,907	0,841	0,986	-0,965	-0,993	0,967	-0,985	-0,934
OC Habi Perc	-0,907	1,000	-0,918	-0,898	0,867	0,909	-0,896	0,892	0,882
OC HiVe Perc	0,841	-0,918	1,000	0,874	-0,835	-0,839	0,882	-0,884	-0,706
OC Equi Perc	0,986	-0,898	0,874	1,000	-0,978	-0,990	0,984	-0,993	-0,899
Via Bus Perc	-0,965	0,867	-0,835	-0,978	1,000	0,976	-0,995	0,966	0,905
Via 1 Perc	-0,993	0,909	-0,839	-0,990	0,976	1,000	-0,976	0,982	0,941
Via 3 Perc	0,967	-0,896	0,882	0,984	-0,995	-0,976	1,000	-0,976	-0,893
paragens km	-0,985	0,892	-0,884	-0,993	0,966	0,982	-0,976	1,000	0,876

Semaforo km	-0,934	0,882	-0,706	-0,899	0,905	0,941	-0,893	0,876	1,000
----------------	--------	-------	--------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. One or both parameter estimates are redundant.

5.4.MLG LINHA 602

Tabela 56 - Model Information Linha 602

Model Information	
Dependent Variable	VELOCIDADE
Probability Distribution	Gamma
Link Function	Log

Tabela 57 - Case Processing Summary Linha 602

	N	Percent
Included	415118	100,00%
Excluded	0	0,00%
Total	415118	100,00%

Tabela 58 - Categorical Variable Information Linha 602

		N	Percent
Factor	Ano	5	8,30%
		4	17,80%
		3	23,70%
		2	25,20%
		1	25,00%
		Total	100,00%
	Mês	12	6,40%
		11	8,40%
		10	8,50%
		9	8,40%
		8	8,20%
		7	8,20%
		6	7,70%
		5	9,50%
		4	9,30%
		3	8,60%

Dia da Semana	2	33109	8,00%
	1	36219	8,70%
	Total	415118	100,00%
	6	40022	9,60%
	5	68672	16,50%
	4	67654	16,30%
	3	68468	16,50%
	2	68832	16,60%
	1	69271	16,70%
Período_Hora	0	32199	7,80%
	Total	415118	100,00%
	5	47511	11,40%
	4	74752	18,00%
	3	60293	14,50%
	2	179598	43,30%
	1	52964	12,80%
	Total	415118	100,00%
	1	12782	3,10%
Covid	0	402336	96,90%
	Total	415118	100,00%
	1	9442	2,30%
Feriado	0	405676	97,70%
	Total	415118	100,00%
	1	9442	2,30%

Tabela 59 - Continuous Variable Information Linha 602

		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable	VELOCIDADE	415118	1,29	72,24	16,35201	5,689253
Covariate	HV_ALoc_Perc	415118	0	0,362	0,11021	0,158771
	HV_DPrin_Perc	415118	0	0,2	0,05197	0,07767
	OC_Habi_Perc	415118	0	0,198	0,06323	0,088684
	OC_Equi_Perc	415118	0	0,5	0,302	0,15482

Via_Bus_Perc	415118	0	0,167	0,02787	0,062166
Via_2_Perc	415118	0	0,317	0,11951	0,122739
paragens_km	415118	2,02	2,469	2,24582	0,139548
Semaforo_km	415118	1,553	4,566	3,27915	1,207855

Tabela 60 - Goodness of Fit Linha 602

	Value	df	Value/df
Deviance	25103,312	415085	0,06
Scaled Deviance	419259,078	415085	
Pearson Chi-Square	23158,515	415085	0,056
Scaled Pearson Chi-Square	386778,349	415085	
Log Likelihoodb	-1143776,94		
Akaike's Information Criterion (AIC)	2287621,879		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	2287621,885		
Bayesian Information Criterion (BIC)	2287993,714		
Consistent AIC (CAIC)	2288027,714		

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_2_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tabela 61 - Omnibus Test Linha 602

Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
290054,58	32	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_2_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Tabela 62 - Tests of Model Effects Linha 602

Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	.a	.	.
Ano	5825,782	4	0
Mês	6228,613	11	0
Dia da Semana	29659,14	6	0
Período_Hora	142825,13	4	0
Covid	10388,822	1	0
Feriado	4326,685	1	0
HV_ALoc_Perc	.a	.	.
HV_DPrin_Perc	.a	.	.
OC_Habi_Perc	.a	.	.
OC_Equi_Perc	.a	.	.
Via_Bus_Perc	.a	.	.
Via_2_Perc	.a	.	.
paragens_km	.a	.	.
Semaforo_km	.a	.	.

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_2_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Unable to compute due to numerical problems

Tabela 63 - Parameter Estimates Linha 602

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	2,812	0,0024	2,808	2,817	1362983	1	0
[Ano=5]	-0,069	0,002	-0,072	-0,065	1200,911	1	0
[Ano=4]	-0,079	0,0012	-0,081	-0,077	4314,616	1	0
[Ano=3]	-0,043	0,0011	-0,045	-0,04	1522,261	1	0
[Ano=2]	-0,012	0,0011	-0,014	-0,01	133,388	1	0

[Ano=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Mês=12]	-0,029	0,0021	-0,033	-0,025	201,036	1	0
[Mês=11]	-0,023	0,0019	-0,027	-0,02	150,359	1	0
[Mês=10]	-0,037	0,0019	-0,04	-0,033	371,162	1	0
[Mês=9]	-0,008	0,0019	-0,012	-0,004	17,035	1	0
[Mês=8]	0,086	0,0019	0,082	0,09	2013,487	1	0
[Mês=7]	0,028	0,0019	0,024	0,032	215,37	1	0
[Mês=6]	0,001	0,0019	-0,002	0,005	0,502	1	0,479
[Mês=5]	-0,007	0,0019	-0,01	-0,003	12,225	1	0
[Mês=4]	0,004	0,0019	-6,48E-05	0,007	3,708	1	0,054
[Mês=3]	0,013	0,0018	0,009	0,016	48,09	1	0
[Mês=2]	-0,001	0,0019	-0,005	0,003	0,373	1	0,542
[Mês=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Dia da Semana=6]	-0,091	0,0018	-0,094	-0,087	2453,094	1	0
[Dia da Semana=5]	-0,221	0,0017	-0,224	-0,217	17735,219	1	0
[Dia da Semana=4]	-0,226	0,0017	-0,229	-0,223	18465,722	1	0
[Dia da Semana=3]	-0,221	0,0017	-0,224	-0,218	17764,699	1	0
[Dia da Semana=2]	-0,207	0,0017	-0,21	-0,204	15570,562	1	0
[Dia da Semana=1]	-0,199	0,0017	-0,203	-0,196	14495,921	1	0
[Dia da Semana=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Período_Hora=5]	0,303	0,0016	0,3	0,307	38139,829	1	0
[Período_Hora=4]	0,15	0,0014	0,147	0,152	11567,677	1	0
[Período_Hora=3]	-0,185	0,0015	-0,188	-0,182	16082,633	1	0
[Período_Hora=2]	-0,054	0,0012	-0,056	-0,051	1977,7	1	0
[Período_Hora=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Covid=1]	0,299	0,0029	0,293	0,304	10388,822	1	0
[Covid=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Feriado=1]	0,169	0,0026	0,164	0,174	4326,685	1	0
[Feriado=0]	0a	.	.	.	.	.	.
HV_ALoc_Perc	-2,287	0,0152	-2,316	-2,257	22752,333	1	0
HV_DPrin_Perc	-5,373	0,0308	-5,433	-5,313	30454,96	1	0
OC_Habi_Perc	-2,007	0,0234	-2,053	-1,961	7369,663	1	0

OC_Equi_Perc	2,477	0,0148	2,448	2,506	27986,333	1	0
Via_Bus_Perc	1,939	0,0124	1,915	1,964	24477,141	1	0
Via_2_Perc	0a	.	.	.	.	.	.
paragens_km	0a	.	.	.	.	.	.
Semaforo_km	0a	.	.	.	.	.	.
(Scale)	,060b	0,0001	0,06	0,06			

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_2_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

Tabela 64 - Correlation of Parameter Estimates Linha 602

	(Intercept)	HV ALoc Perc	HV Dprin Perc	OC Habi Perc	OC Equi Perc	Via Bus Perc	Via 2 Perc	paragens km	Semaforo km
(Intercept)	1,000	-0,040	-0,019	-0,043	-0,038	0,101	.a	.a	.a
HV Aloc Perc	-0,040	1,000	0,967	0,968	-0,959	-0,737	.a	.a	.a
HV Dprin Perc	-0,019	0,967	1,000	0,976	-0,977	-0,660	.a	.a	.a
OC Habi Perc	-0,043	0,968	0,976	1,000	-0,966	-0,637	.a	.a	.a
OC Equi Perc	-0,038	-0,959	-0,977	-0,966	1,000	0,589	.a	.a	.a
Via Bus Perc	0,101	-0,737	-0,660	-0,637	0,589	1,000	.a	.a	.a
Via 2 Perc	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
paragens km	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
Semaforo km	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mês, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, HV_ALoc_Perc, HV_DPrin_Perc, OC_Habi_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_2_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. One or both parameter estimates are redundant.

5.5.MLG ANÁLISE CONJUNTA

Tabela 65 - Model Information Análise Conjunta

Model Information	
Dependent Variable	VELOCIDADE
Probability Distribution	Gamma
Link Function	Log

Tabela 66 - Case Processing Summary Análise Conjunta

	N	Percent
Included	2818716	100,00%
Excluded	9	0,00%
Total	2818725	100,00%

Tabela 67 - Categorical Variable Information Análise Conjunta

		N	Percent	
Factor	Ano	5	221671	7,90%
		4	620410	22,00%
		3	655761	23,30%
		2	668708	23,70%
		1	652166	23,10%
		Total	2818716	100,00%
		Mes	12	206696
	11		223941	7,90%
	10		227027	8,10%
	9		222683	7,90%
	8		201401	7,10%
	7		226394	8,00%
	6		208755	7,40%
	5		249750	8,90%
	4		249668	8,90%
	3		270027	9,60%

Dia da Semana	2	254336	9,00%
	1	278038	9,90%
	Total	2818716	100,00%
	6	279922	9,90%
	5	467784	16,60%
	4	469976	16,70%
	3	471375	16,70%
	2	470325	16,70%
	1	472089	16,70%
Periodo_Hora	0	187245	6,60%
	Total	2818716	100,00%
	5	295141	10,50%
	4	502396	17,80%
	3	458501	16,30%
	2	1175293	41,70%
	1	387385	13,70%
	Total	2818716	100,00%
	1	81505	2,90%
Covid	0	2737211	97,10%
	Total	2818716	100,00%
	1	36141	1,30%
Feriado	0	2782575	98,70%
	Total	2818716	100,00%
	1	36141	1,30%
Linha	4	415118	14,70%
	3	888595	31,50%
	2	812888	28,80%
	1	702115	24,90%
	Total	2818716	100,00%
	4	415118	14,70%

Tabela 68 - Continuous Variable Information Análise Conjunta

N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
---	---------	---------	------	----------------

Dependent Variable	VELOCIDADE	2818716	0,73	75,25	16,72413	5,844547
Covariate	HV_ALoc_Perc	2818716	0	1	0,12822	0,227999
	HV_DLoc_Perc	2818716	0	1	0,27966	0,346219
	OC_Habi_Perc	2818716	0	0,887	0,21461	0,326488
	OC_HiVe_Perc	2818716	0	0,333	0,02817	0,084398
	OC_Equi_Perc	2818716	0	0,72	0,15703	0,2354
	Via_Bus_Perc	2818716	0	1	0,15843	0,297127
	Via_1_Perc	2818716	0	1	0,34749	0,367681
	Via_3_Perc	2818716	0	1	0,14444	0,267178
	paragens_km	2818716	0,866	3,41	2,13528	0,661849
	Semaforo_km	2818716	0,36	10,321	4,79128	2,387193

Tabela 69 - Goodness of Fit Análise Conjunta

	Value	df	Value/df
Deviance	155779,749	2818675	0,055
Scaled Deviance	2844436,813	2818675	
Pearson Chi-Square	152396,505	2818675	0,054
Scaled Pearson Chi-Square	2782660,973	2818675	
Log Likelihoodb	-7705305,04		
Akaike's Information Criterion (AIC)	15410694,09		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	15410694,09		
Bayesian Information Criterion (BIC)	15411233,86		
Consistent AIC (CAIC)	15411275,86		

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, Linha, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Information criteria are in smaller-is-better form.

b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Tabela 70 - Omnibus Test Análise Conjunta

Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
2164960,111	40	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, Linha, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Tabela 71 - Tests of Model Effects Análise Conjunta

Source	Type III		
	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	7008584,69	1	0
Ano	13351,993	4	0
Mes	24142,912	11	0
Dia da Semana	163397,17	6	0
Período_Hora	981364,938	4	0
Covid	65086,108	1	0
Feriado	12233,643	1	0
Linha	7007,893	3	0
HV_ALoc_Perc	274509,244	1	0
HV_DLoc_Perc	21075,947	1	0
OC_Habi_Perc	12174,324	1	0
OC_HiVe_Perc	94695,294	1	0
OC_Equi_Perc	407,385	1	0
Via_Bus_Perc	169,376	1	0
Via_1_Perc	963,806	1	0
Via_3_Perc	2389,416	1	0
paragens_km	206740,837	1	0
Semaforo_km	440334,108	1	0

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, Linha, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

Tabela 72 - Parameter Estimates Análise Conjunta

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	3,601	0,0016	3,598	3,604	5211691,09	1	0
[Ano=5]	-0,043	0,0007	-0,045	-0,042	3449,593	1	0
[Ano=4]	-0,041	0,0004	-0,042	-0,04	9811,724	1	0
[Ano=3]	-0,025	0,0004	-0,026	-0,024	3724,219	1	0
[Ano=2]	-0,007	0,0004	-0,008	-0,006	296,498	1	0
[Ano=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Mes=12]	-0,019	0,0007	-0,02	-0,017	710,884	1	0
[Mes=11]	-0,029	0,0007	-0,03	-0,028	1836,863	1	0
[Mes=10]	-0,042	0,0007	-0,043	-0,04	3761,666	1	0
[Mes=9]	-0,021	0,0007	-0,023	-0,02	993,262	1	0
[Mes=8]	0,053	0,0007	0,051	0,054	5644,461	1	0
[Mes=7]	0,008	0,0007	0,006	0,009	133,019	1	0
[Mes=6]	-0,017	0,0007	-0,018	-0,015	577,716	1	0
[Mes=5]	-0,025	0,0007	-0,027	-0,024	1450,304	1	0
[Mes=4]	-0,008	0,0007	-0,01	-0,007	158,382	1	0
[Mes=3]	-0,001	0,0006	-0,003	0	4,656	1	0,031
[Mes=2]	-0,007	0,0006	-0,008	-0,006	121,166	1	0
[Mes=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Dia da Semana=6]	-0,07	0,0007	-0,071	-0,069	9883,408	1	0
[Dia da Semana=5]	-0,2	0,0006	-0,201	-0,199	95458,573	1	0
[Dia da Semana=4]	-0,196	0,0006	-0,198	-0,195	92191,766	1	0

[Dia da Semana=3]	-0,191	0,0006	-0,192	-0,19	87141,011	1	0
[Dia da Semana=2]	-0,183	0,0006	-0,184	-0,181	79678,692	1	0
[Dia da Semana=1]	-0,175	0,0006	-0,177	-0,174	73509,788	1	0
[Dia da Semana=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Período_Hora=5]	0,307	0,0006	0,306	0,308	282009,205	1	0
[Período_Hora=4]	0,155	0,0005	0,154	0,156	96235,087	1	0
[Período_Hora=3]	-0,153	0,0005	-0,154	-0,152	89411,263	1	0
[Período_Hora=2]	-0,06	0,0004	-0,061	-0,059	19344,715	1	0
[Período_Hora=1]	0a	.	.	.	.	.	.
[Covid=1]	0,281	0,0011	0,279	0,283	65086,108	1	0
[Covid=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Feriado=1]	0,139	0,0013	0,136	0,141	12233,643	1	0
[Feriado=0]	0a	.	.	.	.	.	.
[Linha=4]	-0,04	0,0006	-0,041	-0,039	4490,446	1	0
[Linha=3]	-0,025	0,0006	-0,026	-0,024	1703,38	1	0
[Linha=2]	-0,007	0,0006	-0,008	-0,006	130,778	1	0
[Linha=1]	0a	.	.	.	.	.	.
HV_ALoc_Perc	-0,407	0,0008	-0,409	-0,406	274509,244	1	0
HV_DLoc_Perc	-0,113	0,0008	-0,114	-0,111	21075,947	1	0
OC_Habi_Perc	0,067	0,0006	0,065	0,068	12174,324	1	0
OC_HiVe_Perc	0,659	0,0021	0,654	0,663	94695,294	1	0
OC_Equi_Perc	0,017	0,0009	0,016	0,019	407,385	1	0
Via_Bus_Perc	0,012	0,0009	0,01	0,013	169,376	1	0
Via_1_Perc	-0,025	0,0008	-0,026	-0,023	963,806	1	0
Via_3_Perc	-0,05	0,001	-0,052	-0,048	2389,416	1	0
paragens_km	-0,116	0,0003	-0,116	-0,115	206740,837	1	0
Semaforo_km	-0,066	9,932E-05	-0,066	-0,066	440334,108	1	0
(Scale)	,055b	4,572E-05	0,055	0,055			

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, Linha, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Maximum likelihood estimate.

Tabela 73 - Correlations of Parameter Estimates Análise Conjunta Parte 1

	(Intercept)	[Linha=4]	[Linha=3]	[Linha=2]	[Linha=1]	HV Aloc Perc	HV Dloc Perc
(Intercept)	1,000	-0,028	-0,550	-0,642	.a	0,033	-0,355
[Linha=4]	-0,028	1,000	0,005	0,040	.a	0,218	-0,382
[Linha=3]	-0,550	0,005	1,000	0,711	.a	0,151	0,466
[Linha=2]	-0,642	0,040	0,711	1,000	.a	-0,194	0,473
[Linha=1]	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
HV Aloc Perc	0,033	0,218	0,151	-0,194	.a	1,000	-0,169
HV Dloc Perc	-0,355	-0,382	0,466	0,473	.a	-0,169	1,000
OC Habi Perc	-0,372	0,144	0,135	0,173	.a	0,014	0,013
OC HiVe Perc	-0,254	-0,120	0,119	0,366	.a	-0,365	0,257
OC Equi Perc	-0,467	-0,130	0,447	0,598	.a	-0,251	0,320
Via Bus Perc	-0,150	0,098	0,251	0,116	.a	0,222	-0,078
Via 1 Perc	-0,399	-0,194	0,260	0,282	.a	-0,103	-0,171
Via 3 Perc	-0,112	-0,149	-0,181	0,062	.a	-0,281	0,175
paragens km	-0,487	0,020	0,223	0,308	.a	-0,028	0,282
Semaforo km	-0,615	0,085	0,242	0,383	.a	-0,048	0,082

Tabela 74 - Correlations of Parameter Estimates Análise Conjunta Parte 2

	OC Habi Perc	OC HiVe Perc	OC Equi Perc	Via Bus Perc	Via 1 Perc	Via 3 Perc	paragens km	Semaforo km
(Intercept)	-0,372	-0,254	-0,467	-0,150	-0,399	-0,112	-0,487	-0,615
[Linha=4]	0,144	-0,120	-0,130	0,098	-0,194	-0,149	0,020	0,085
[Linha=3]	0,135	0,119	0,447	0,251	0,260	-0,181	0,223	0,242
[Linha=2]	0,173	0,366	0,598	0,116	0,282	0,062	0,308	0,383
[Linha=1]	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
HV Aloc Perc	0,014	-0,365	-0,251	0,222	-0,103	-0,281	-0,028	-0,048
HV Dloc Perc	0,013	0,257	0,320	-0,078	-0,171	0,175	0,282	0,082
OC Habi Perc	1,000	-0,147	0,235	0,206	0,316	-0,124	-0,057	0,628
OC HiVe Perc	-0,147	1,000	0,151	0,085	0,246	0,150	0,170	0,103
OC Equi Perc	0,235	0,151	1,000	-0,143	0,154	0,255	0,312	0,227
Via Bus Perc	0,206	0,085	-0,143	1,000	0,352	-0,758	-0,211	0,274
Via 1 Perc	0,316	0,246	0,154	0,352	1,000	-0,045	-0,142	0,579
Via 3 Perc	-0,124	0,150	0,255	-0,758	-0,045	1,000	0,321	-0,061
paragens km	-0,057	0,170	0,312	-0,211	-0,142	0,321	1,000	0,087
Semaforo km	0,628	0,103	0,227	0,274	0,579	-0,061	0,087	1,000

Dependent Variable: VELOCIDADE

Model: (Intercept), Ano, Mes, Dia da Semana, Período_Hora, Covid, Feriado, Linha, HV_ALoc_Perc, HV_DLoc_Perc, OC_Habi_Perc, OC_HiVe_Perc, OC_Equi_Perc, Via_Bus_Perc, Via_1_Perc, Via_3_Perc, paragens_km, Semaforo_km

a. One or both parameter estimates are redundant.