

**Afectação Adequada de Recursos no Sector do Transporte
Rodoviário de Passageiros na
Valpi Bus, S.A.**

Diogo Manuel Montenegro Belindro

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor João Claro

Orientador na Valpi Bus, S.A.: Engenheiro Henrique Caramalho



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

Julho 2011

À minha família

Resumo

A Energia, mais do que nunca, tornou-se um bem decisivo no desenvolvimento económico e social, obrigando por isso as organizações a uma maior atenção na sua utilização eficiente e ao efeito provocado pelas emissões de CO₂, factores diferenciadores da competitividade de uma empresa.

O custo dos combustíveis representa um dos factores mais importantes na estrutura de custos operacionais de uma frota de viaturas especializadas no transporte rodoviário de passageiros.

É neste âmbito que surge este projecto, em que a Valpi Bus espera obter um modelo de eficiência energética adequada à estrutura organizacional da empresa, tendo em conta a interligação dos seguintes factores: Serviços, Recursos e Comportamentos.

Após um diagnóstico da situação vigente, o projecto inicia-se pela definição das características intrínsecas às linhas que mais influência têm no aumento do consumo de combustível. Seguidamente, e após escolhidos os tipos de serviços a analisar, procede-se à caracterização das linhas Valpi Bus.

Numa segunda fase o objectivo passa pela definição das características técnicas ideais das viaturas, adequadas ao tipo de linhas previamente analisadas e caracterizadas. Para tal procede-se ao estudo sobre os componentes da cadeia cinemática e outras características de uma viatura que opera neste sector.

Na terceira fase, e por fim, o objectivo será a enumeração de comportamentos que originem consumo de combustível mais moderado, adequados aos serviços prestados pela empresa.

A partir deste desenvolvimento de conhecimentos e procedimentos espera-se ver assegurado um consumo mais sustentável de combustível, originando resultados operacionais mais favoráveis à empresa.

The Proper Allocation of Resources on Road Passenger Transport

Abstract

Energy, more than ever, has become a decisive factor on economical and social development, thus forcing organizations to a greater focus on its efficient use and the effect caused by CO₂ emissions, differentiating factors on the competitiveness of a company.

The fuel costs represent a major issue in the operating cost structure of a fleet, of specialized vehicles for road transport of passengers.

In this context, Valpi Bus promotes this project and expects to be achieved a model of energy efficiency, appropriated to the company's organizational structure, taking into account the interconnection of the following factors: Services, Resources and Behaviors.

After a diagnosis of the situation, the project begins by defining the intrinsic characteristics of the lines that have more influence on the increase in fuel consumption. Subsequently, and after selecting the types of services to analyze, we will proceed to the characterization of Valpi Bus lines.

In the second phase, the objective is to define the ideal technical characteristics of vehicles, for the type of lines previously analyzed and characterized. In order to do this, we proceed to the study of the powertrain components and other characteristics of a vehicle that operates in this sector.

In the third phase, and finally, the goal is the enumeration of behaviors resulting in more moderate fuel consumption, appropriated to the services provided by the company.

From this development of knowledge and procedures is expected to see a guaranteed more sustainable fuel consumption, leading to a more favorable operating results to the company.

Agradecimentos

Um agradecimento especial, em primeiro lugar, ao Eng. Henrique Caramalho pela orientação na Dissertação e pela oportunidade concedida em poder realizá-la na empresa Valpi Bus.

Ao Professor João Claro, orientador pela FEUP, pelo seu acompanhamento activo e valioso, contribuindo com os seus conhecimentos e palavras de incentivo nos momentos mais difíceis.

Ao Professor Fernando Martins, coordenador da iniciativa Galp 2020 na FEUP, pelo interesse e disponibilidade demonstrados ao longo da realização do projecto.

A todos os colaboradores da Valpi Bus, em especial ao Eng. Ricardo Queirós, Eng. José Mendes, Eng. Ricardo Baptista e aos meus colegas de gabinete, Nuno, Rui e Sérgio que pela disponibilidade, camaradagem e conhecimentos transmitidos tornaram a estadia na empresa muito enriquecedora.

Um agradecimento merecido ao Professor José Ferreira Duarte, pelo seu contributo precioso numa fase decisiva deste projecto.

A todos os Professores e colaboradores da FEUP, que contribuíram activamente para a minha formação académica e pessoal.

Aos meus amigos de todos os tempos, Luís, Foz Côa, Quim, Pina, Simões, Camacho, Jardel, Ézer e um agradecimento especial ao meu primo, mas mais do que isso, grande AMIGO, André, que sempre me incentivou durante todas as etapas da minha vida, e particularmente nesta, sendo para mim uma grande fonte de inspiração e a quem devo muito do que sou hoje.

Aos meus Pais e Irmã, sem vocês, nada disto faria sentido.

A todos, um simples mas muito sentido OBRIGADO!

Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Motivação.....	1
1.2	Problema.....	1
1.3	Método	1
1.4	Caso de Aplicação.....	2
1.4.1	Grupo Valpi	2
1.4.2	Valpi Bus, S.A.	3
1.5	Estrutura da Dissertação.....	5
2	Estado da Arte	6
2.1	A Energia e os Transportes.....	6
2.2	Transporte rodoviário colectivo de passageiros.....	7
2.3	Factores que influenciam o consumo de combustível.....	8
2.4	Cadeia Cinemática de um autocarro	11
2.4.1	Motor.....	11
2.4.2	Caixa de velocidades.....	13
2.4.3	Diferencial	13
3	Apresentação do Caso de Estudo	14
3.1	Quilómetros percorridos anualmente.....	14
3.2	Linhas a analisar.....	17
3.2.1	Linhas 1, 7 e 107.....	17
3.2.2	Linhas A e B.....	17
3.3	Consumo de Combustível.....	18
3.4	Frota de Autocarros	19
3.5	Motoristas.....	22
4	Desenvolvimento do Projecto.....	23
4.1	Caracterização das Linhas Valpi Bus	23
4.1.1	Caracterização das Linhas A e B.....	28
4.1.2	Caracterização das Linhas 1, 7 e 107	36
4.2	Definição das Características Técnicas adequadas das Viaturas	38
4.2.1	Cadeia Cinemática de uma viatura Urbana.....	39
4.2.2	Viaturas em análise	40
4.2.3	Análise do consumo de combustível.....	41

4.2.4 Viaturas adequadas ao tipo de linha	42
4.3 Enumeração de boas práticas de comportamento dos Motoristas	43
4.3.1 Resultados da análise ao comportamento dos Motoristas durante as viagens de caracterização das linhas	43
4.3.2 Análise aos quilómetros percorridos pelos motoristas por viatura e possível influência no consumo de combustível.....	44
4.3.3 Comportamentos a adoptar para se obter consumo de combustível mais moderado.....	46
5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	48
5.1 Balanço do trabalho realizado.....	48
5.2 Perspectivas de trabalho futuro.....	49
Referências.....	50
ANEXO A: Ficha de Caracterização da Linha.....	52
ANEXO B: Dados de todas as viagens efectuadas para caracterização das Linhas A e B.....	53
ANEXO C: Gráficos obtidos para as Linhas 1, 7 e 107	54
ANEXO D: Lista de Viaturas Urbanas divididas pela sua categoria.....	57
ANEXO E: Fichas de Caracterização de Viaturas Urbanas	58
ANEXO F: Quilómetros percorridos por linha e horário. Consumo combustível por viatura.....	75
ANEXO G: Influência dos Motoristas nos quilómetros percorridos pelas viaturas.....	80

Índice de Figuras

Figura 1 - Indicadores relativos à actividade da empresa nos últimos anos	3
Figura 2 – Área de actuação para o Serviço Regular	3
Figura 3 – Viaturas Urbana, Interurbana e Turismo	4
Figura 4 – Instalações Valpi Bus Paredes	4
Figura 5 – Oficina Paredes	4
Figura 6 – Certificado de correcta gestão de óleos usados	5
Figura 7 – Emissões de CO ₂ por sectores.....	6
Figura 8 – Compromissos de Quioto para os Países da E15, em 2010 face a 1990.....	7
Figura 9 – Quilogramas de CO ₂ libertados por passageiro-quilómetro percorrido em vários sectores de transportes	7
Figura 10 – Custos de operação de um autocarro.....	8
Figura 11 – Taxa de consumo de combustível em função do índice VSP	9
Figura 12 – Efeito do número de passageiros transportados no consumo de combustível em função da velocidade de circulação	10
Figura 13 – Testes efectuados para estudar influência dos comportamentos dos motoristas no consumo de combustível	10
Figura 14 – Chassi de um autocarro urbano com respectiva cadeia cinemática	11
Figura 15 – Curvas características do motor	12
Figura 16 – Caixa de velocidades automática com função de condução dinâmica dependente do relevo	13
Figura 17 - Diferencial	13
Figura 18 – Quilómetros percorridos durante 2010 e previsão 2011	14
Figura 19 – Influência dos diversos serviços no número de Km's percorridos para 2011	15
Figura 20 – Distribuição Km's Serviço Regular 2010 e previsão 2011	16
Figura 21 – Percursos das linhas 1, 7 e 107	17
Figura 22 – Percursos das linhas A e B	18
Figura 23 – Evolução mensal dos consumos globais de combustível desde 2009.....	18
Figura 24 – Distribuição das viaturas pelas oficinas da empresa	21
Figura 25 – Distribuição de caixas de velocidade nas viaturas das linhas A e B.....	21
Figura 26 – Caracterização dos motoristas por idade	22
Figura 27 – Cabeçalho da Ficha de Caracterização da Linha	24
Figura 28 – Dispositivo GPS utilizado e características mais relevantes	25
Figura 29 – Troço de um trajecto percorrido	26
Figura 30 – Linhas de latitude e longitude no globo terrestre	27
Figura 31 – Percorso efectuado na Linha A	28

Figura 32 – Gráfico obtido para a linha A no sentido Bolhão-Valongo em hora de ponta	29
Figura 33 – Comparação de velocidades de circulação no sentido Valongo-Bolhão.....	31
Figura 34 - Comparação de velocidades de circulação no sentido Bolhão-Valongo	31
Figura 35 – Percurso efectuado na Linha B	32
Figura 36 - Gráfico obtido para a linha B no sentido Valongo-Matosinhos em hora de ponta	33
Figura 37 - Comparação de velocidades de circulação no sentido Valongo – Matosinhos.....	35
Figura 38 - Comparação de velocidades de circulação no sentido Matosinhos – Valongo.....	35
Figura 39 – Percurso efectuado na Linha 1	37
Figura 40 – Percurso efectuado na Linha 7.....	37
Figura 41 – Percurso efectuado na linha 107	38
Figura 42 – Exemplo de motor de uma viatura Urbana.....	39
Figura 43 – Caixa de velocidades automática	39
Figura 44 – Diferencial	40
Figura 45 – Quilómetros percorridos e consumos de combustível viaturas URB-A 2010.....	45
Figura 46 – Motoristas com mais influência nos quilómetros percorridos anualmente pelas viaturas 125 e 127	46

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Valores de consumo usando as médias das inclinações positivas e negativas.....	9
Tabela 2 – Previsão Km's percorridos em 2011 nos diversos Serviços	15
Tabela 3 – Km's percorridos em 2010 e previsão 2011 Serviço Regular.....	16
Tabela 4 – Indicadores relativos às linhas 1, 7, 107, A e B e total geral no ano de 2010.....	19
Tabela 5 - Distribuição de viaturas de acordo com a sua tipologia	20
Tabela 6 – Caracterização linha A no sentido Valongo – Bolhão	30
Tabela 7 – Caracterização linha A no sentido Bolhão – Valongo.....	30
Tabela 8 – Caracterização da linha B no sentido Valongo – Matosinhos.....	34
Tabela 9 – Caracterização da linha B no sentido Matosinhos – Valongo.....	34
Tabela 10 – Caracterização da Linha 1	37
Tabela 11 – Caracterização da Linha 7	38
Tabela 12 – Caracterização da linha 107	38
Tabela 13 – Quadro resumo das características Viaturas Urbanas.....	41
Tabela 14 – Distribuição quilómetros percorridos e consumo de combustível por categoria .	41
Tabela 15 – Comportamento Motoristas analisados.....	44
Tabela 16 – Quilómetros percorridos em hora de ponta viaturas URB-A.....	45

1 Introdução

No âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto foi realizado um projecto de dissertação, referente ao último semestre deste curso, na empresa Valpi Bus, Alberto Pinto & Filhos – Transportes Rodoviários S.A. com o tema “Afectação Adequada de Recursos no Sector do Transporte Rodoviário de Passageiros”. Com base nesta experiência, foi elaborado este relatório.

1.1 Motivação

O preço dos combustíveis constitui um dos principais factores na estrutura de custos de operação dos veículos de transporte rodoviário de passageiros, podendo representar mais de trinta por cento do total. O objectivo passará, após implementados na empresa os conhecimentos obtidos no âmbito deste projecto, efectivamente, pela redução do consumo de combustível da frota de autocarros da Valpi Bus, originando assim resultados operacionais mais favoráveis à empresa, sem esquecer os benefícios em termos ambientais, através da redução de gases nocivos libertados, como na sensibilização para as vantagens da utilização deste meio de transporte colectivo.

1.2 Problema

No âmbito do projecto de Dissertação do curso MIEM da FEUP, foi efectuada uma proposta por parte da empresa Valpi Bus, S.A., em parceria com a Galp Energia, com vista à realização de um projecto enquadrado no programa de cooperação universitária *Galp 20-20-20*, que visa promover o desenvolvimento de projectos específicos de melhoria da eficiência energética, permitindo uma importante transferência de conhecimento e de inovação entre o mundo empresarial e o mundo académico.

Neste sentido, com a realização deste projecto pretende-se sobretudo obter um modelo de eficiência energética adequado à estrutura organizacional da empresa, através da afectação adequada dos seguintes factores: Serviços, Recursos e Comportamentos.

Esta parceria torna evidente o esforço em se desenvolver e promover procedimentos e hábitos que assegurem um consumo energético mais sustentável, criando benefícios para todos os *stakeholders*.

1.3 Método

Definido qual seria o objectivo proposto para este projecto, desenvolvimento de conhecimentos que permitam a redução de custos e a afectação dos melhores recursos disponíveis no sector do transporte rodoviário de passageiros, foram delineadas quais as fases principais de abordagem:

I. Caracterização das Linhas Valpi Bus

Numa primeira fase, o objectivo passou pela caracterização da rede Valpi Bus por tipo de Serviço, analisando-se, em primeiro lugar, quais as linhas que representam um maior número

de quilómetros percorridos por ano e as linhas em que o consumo de combustível é mais acentuado, garantindo assim, à partida, uma análise mais rigorosa.

De seguida foram efectuados estudos que permitiram perceber quais as características das linhas que mais influenciam o consumo de combustível. Através de uma correcta parametrização das linhas, criando para o efeito uma *Ficha de Caracterização da Linha* (Anexo A), foi efectuada uma análise *no terreno* para perceber quais efectivamente são as características mais relevantes, resultando numa caracterização das linhas por tipo, que permitiu uma mais adequada afectação de recursos.

Aproveitando esta incursão *no terreno*, foi efectuada em simultâneo uma análise aos comportamentos dos Motoristas, relativamente a aspectos previamente definidos como assertivos, que se manifestou importante para a terceira fase principal de abordagem.

II. Definição das Características Técnicas adequadas das Viaturas

Numa segunda fase, o objectivo passou pela definição das características técnicas das viaturas ideais/adequadas para os tipos de linhas previamente caracterizadas, sendo realizado para o efeito um estudo sobre os componentes da cadeia cinemática e outras características de um autocarro que mais podem influenciar o consumo de combustível, ou por outro lado, a poupança de combustível obtida quando estes componentes são correctamente adequados ao tipo de linha que a viatura se encontra a realizar.

III. Enumeração de boas práticas de comportamento dos Motoristas

Numa terceira fase, e por fim, o objectivo passou, tendo em conta os dados previamente obtidos na primeira fase de abordagem, pela enumeração de boas práticas de utilização sob o ponto de vista do comportamento dos motoristas em função dos tipos de linha e das viaturas. Estas boas práticas, correctamente adequadas ao tipo de serviço prestado nas linhas analisadas, podem servir como elementos didácticos nas sessões de formação que a empresa costuma prestar aos seus colaboradores, mais propriamente aos motoristas das viaturas em questão.

1.4 Caso de Aplicação

1.4.1 Grupo Valpi

O Grupo Valpi, no qual se insere a Valpi Bus S.A., é constituído pelas seguintes unidades de negócio:

- Opção Rent-a-Car: Especialização do Grupo Valpi no aluguer de veículos sem condutor;
- Webus: Serviço inovador de aluguer de autocarros com condutor, num site exclusivamente criado para o efeito;
- Agência Valpi: Serviço de agenciamento de viagens;

- Britafiel: Empresa dedicada à extracção e transformação de massas minerais graníticas – agregados e rochas ornamentais;
- Valpi Bus: Empresa que se dedica ao transporte rodoviário colectivo de passageiros.

1.4.2 Valpi Bus, S.A.

Em Agosto de 1926, por intermédio do seu fundador Sr. Alberto Pinto, iniciou-se a actividade da empresa, tendo a mesma sido convertida numa sociedade por quotas em Abril de 1953, adquirindo a designação de Alberto Pinto & Filhos Lda.. Em meados de Outubro de 1996 a empresa transforma-se numa sociedade anónima passando a ter a designação completa de Valpi Bus, Alberto Pinto & Filhos S.A..

A empresa, *core-business* do Grupo Valpi, dedica-se à prestação do serviço de transporte rodoviário colectivo de passageiros, pautando-se ao longo da sua história por um crescimento forte e sustentado, empregando actualmente cerca de 200 funcionários e com uma frota de 123 autocarros e 15 automóveis ligeiros de serviço de apoio à actividade, procurando satisfazer as reais necessidades dos seus clientes ao nível da procura, pontualidade, conforto e segurança. Comprovando os elevados níveis de exigência sempre presentes, foi, em 2003, uma das primeiras empresas a obter a certificação no âmbito da Qualidade com a atribuição do certificado segundo a NP EN ISO 9001:2000.

Anualmente são percorridos cerca de 7.000.000 Km, transportando-se cerca de 12.000.000 de passageiros, distribuídos por duas principais vertentes: Serviço Regular e Serviço Ocasional. Na Figura 1 são apresentados alguns indicadores relativos à actividade da empresa nos últimos anos.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nº de trabalhadores	198	214	208	203	201	201
Nº Viaturas	122	126	122	124	123	120
Kms percorridos (10 ³)	7.077	7.620	7.383	7.752	6.907	6.687
Nº passageiros (10 ³)	11.543	13.658	13.408	12.663	12.538	11.781
Vol negócios (E10 ³) €	7.672	8.424	8.496	9.042	9.196	9.146

Figura 1 - Indicadores relativos à actividade da empresa nos últimos anos

1.4.2.1 Serviço Regular

Este tipo de serviço contempla Transporte Urbano e Interurbano de passageiros na Região do Vale do Sousa e Área Metropolitana do Porto, tal como demonstra a Figura 2.

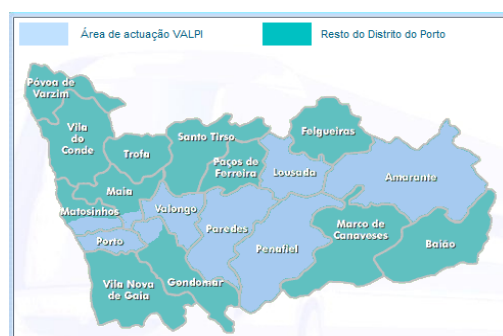


Figura 2 – Área de actuação para o Serviço Regular

Relativamente ao serviço de Transporte Urbano de passageiros importa referir a parceria da Valpi Bus com a STCP, contemplando a realização de duas linhas (Valongo ↔ Matosinhos e Valongo ↔ Porto).

1.4.2.2 Serviço Ocasional

Este tipo de serviço destina-se ao transporte de passageiros nacional e internacionalmente, através do aluguer de viaturas de especializadas para o efeito.



Figura 3 – Viaturas Urbana, Interurbana e Turismo

1.4.2.3 Instalações

A empresa Valpi Bus dispõe de instalações no Porto, Gandra-Paredes, Penafiel e Amarante, sendo que o projecto de Dissertação foi desenvolvido nas instalações de Gandra-Paredes. Estas instalações, a funcionarem desde 2000, são, actualmente, a sede administrativa do Grupo Valpi e consubstanciam o que de mais moderno e funcional existe no sector em Portugal possuindo, para além dos serviços administrativos, serviços de atendimento ao público e de manutenção e reparação.



Figura 4 – Instalações Valpi Bus Paredes

Características:

- Oficinas Próprias;
- Posto de abastecimento de gasóleo;
- Separador de Hidrocarbonetos;
- Cabine de Pintura;
- 42 Lugares de estacionamento de Autocarros;
- Lavagem automática de Autocarros.



Figura 5 – Oficina Paredes

1.4.2.4 Preocupação Ambiental

A Valpi Bus procura reger toda a sua actividade por soluções que preconizem a permanente preservação do Ambiente. Para tal procede ao tratamento de todos os resíduos industriais:

- Óleos usados;
- Pneus usados;
- Baterias usadas;
- Metais, plásticos e vidros;
- Embalagens de cartão;
- Desperdícios;
- Filtros.



Figura 6 – Certificado de correcta gestão de óleos usados

1.5 Estrutura da Dissertação

Os principais temas que serão abordados neste relatório estão organizados em cinco capítulos.

No presente capítulo faz-se uma pequena apresentação da Valpi Bus, S.A. e descrevem-se os principais objectivos do Projecto.

No capítulo dois é feito um enquadramento teórico dos temas abordados neste projecto através da apresentação do Estado da Arte nas áreas mais relevantes.

No capítulo três é apresentado em detalhe o caso de estudo, dando conta do cenário inicial e fazendo a apresentação dos problemas resultantes da actividade abordada neste Projecto.

No capítulo quatro será descrita em pormenor a abordagem efectuada, a metodologia usada e as soluções propostas para o Projecto.

No capítulo cinco serão descritas as conclusões gerais do trabalho assim como as perspectivas futuras.

2 Estado da Arte

O presente capítulo apresenta um Estado da Arte dos temas abordados durante nesta dissertação.

Inicialmente serão abordados, através de uma revisão bibliográfica, conceitos que relacionam a Energia e os Transportes, com enfoque no sector do transporte rodoviário de passageiros. Seguidamente serão explorados os temas abordados durante o trabalho, tais como, análise das características das linhas que mais influência têm no consumo de combustível, a relação entre o peso do veículo (tara e passageiros transportados) e o consumo de combustível, componentes da cadeia cinemática e suas características mais relevantes, para um veículo que opera neste sector, neste caso de estudo e por fim será feita uma abordagem à relação entre os aspectos comportamentais dos motoristas e a sua influência no consumo de combustível.

2.1 A Energia e os Transportes

A Energia, mais do que nunca, tornou-se um bem decisivo no desenvolvimento económico e social e por isso obriga todos os organismos a uma maior atenção às novas formas de negócio, à sua utilização eficiente e ao efeito provocado pelas emissões de CO₂, sendo que a política energética adoptada é um factor diferenciador da competitividade de uma organização. (amp, 2011)

O mundo actual depende, em grande parte, da mobilidade que os veículos rodoviários promovem, pelo conforto acrescido que este meio proporciona às populações. No entanto este sector é apontado como um dos principais responsáveis pelo aumento de consequências negativas associadas às emissões de poluentes atmosféricos, ao ruído, à ocupação do solo e ao risco de acidentes. O sector dos transportes é um sector fortemente dependente de recursos energéticos não renováveis e um dos principais responsáveis pelas emissões de gases com efeito de estufa e outros poluentes atmosféricos. (portaldoambiente, 2011)

Na Figura 7 estão expostas as emissões de CO₂ na União Europeia, apresentadas por sectores, comparando o ano de 1990 e 2005, onde se pode observar o aumento da influência do sector dos transportes nestas emissões.

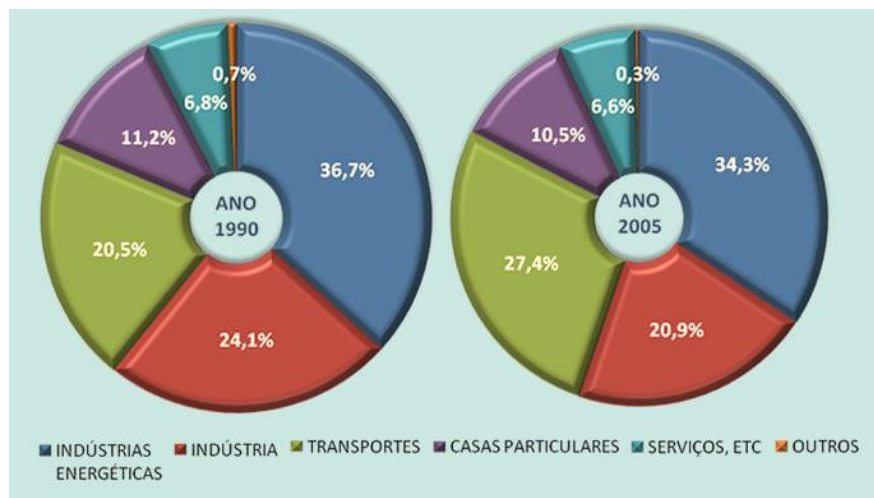


Figura 7 – Emissões de CO₂ por sectores (Fonte: CarlosCoelho, 2007)

A poluição é um dos principais aspectos dos quais derivam as normas, a legislação e a preocupação generalizada com a economia de combustíveis fósseis poluentes. O Protocolo de Quioto em 1997 tentou estabelecer um calendário para a redução de emissões com efeito de estufa, apresentando-se na Figura 8 os compromissos dos países da E15 em 2010 face a 1990.

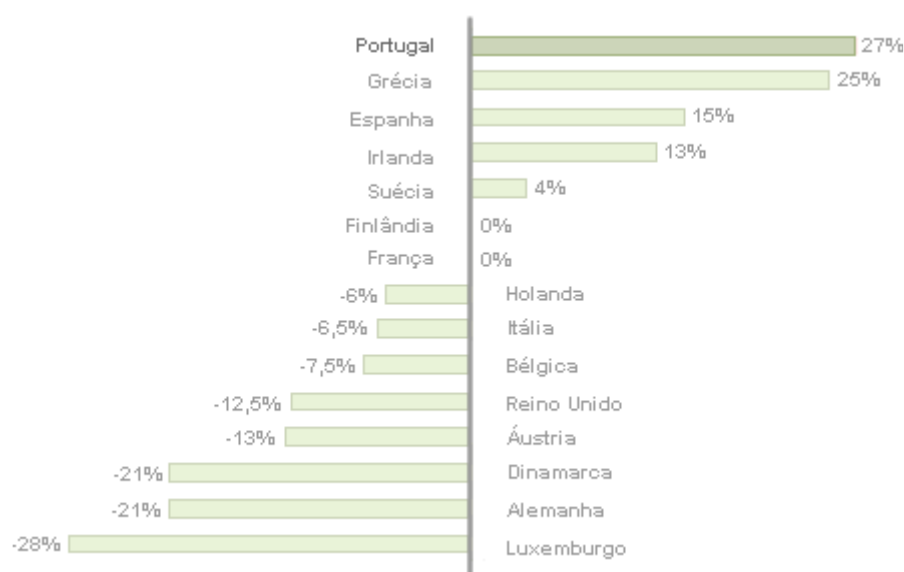


Figura 8 – Compromissos de Quioto para os Países da E15, em 2010 face a 1990 (Fonte: EDP, 2009)

2.2 Transporte rodoviário colectivo de passageiros

Dotados de uma flexibilidade excepcional, os autocarros são elementos-chave dos transportes públicos, turismo, segurança rodoviária e mobilidade. Apesar dos problemas ambientais relacionados com os Transportes em geral, os autocarros são o meio de transporte mais limpo e eficiente em termos de emissões de CO₂, tendo em conta o número de passageiros que pode transportar em cada viagem, como se constata na Figura 9.

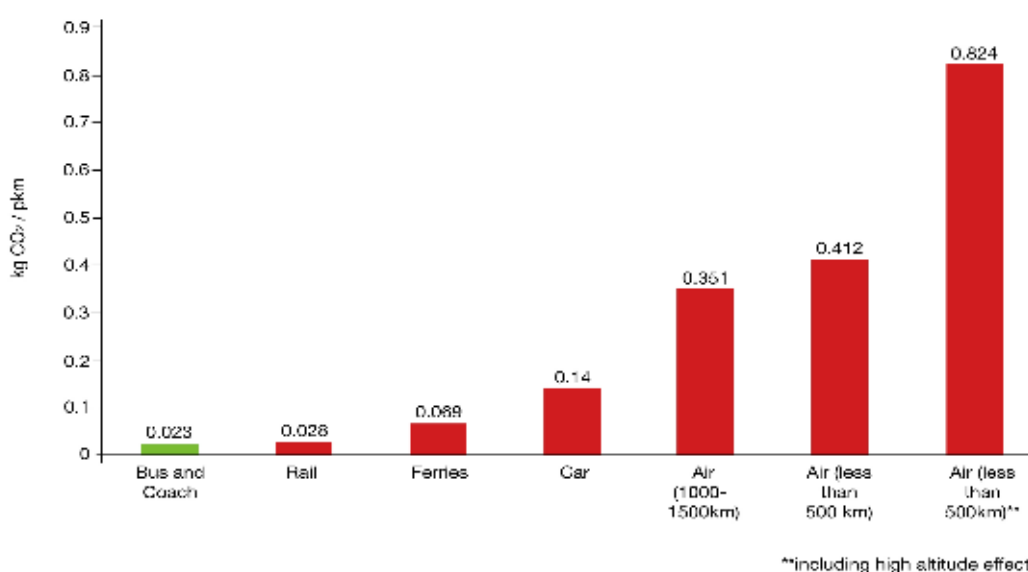


Figura 9 – Quilogramas de CO₂ libertados por passageiro-quilómetro percorrido em vários sectores de transportes (Fonte: busandcoach, 2011)

O preço dos combustíveis constitui um dos principais factores na estrutura de custos de operação dos veículos de transporte rodoviário de passageiros, podendo representar mais de trinta por cento do total, tal como se verifica na análise da Figura 10. Muitas empresas gostariam que este fosse um factor de produção fixo, mas a instabilidade que se tem vindo a registar ao nível da cotação do barril de petróleo e consequentemente do preço do gasóleo, veio evidenciar que se trata de um custo variável, que pode ser volátil, influenciando sobremaneira na produção do custo/quilómetro. (Dicas & Pistas, 2009)

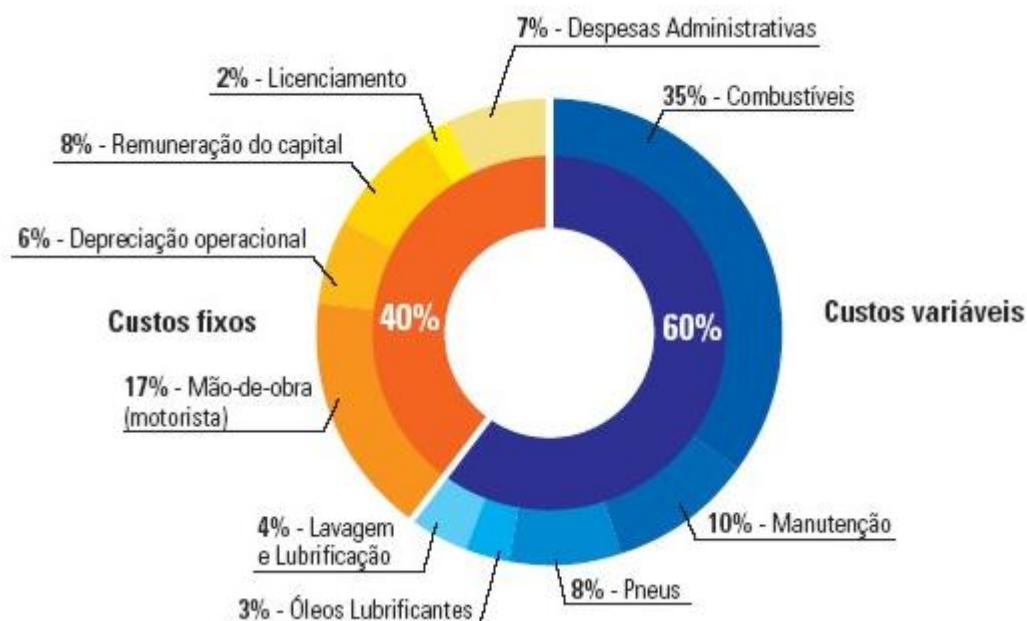


Figura 10 – Custos de operação de um autocarro (Fonte: revistatecnibus, 2011)

2.3 Factores que influenciam o consumo de combustível

Existem vários factores que podem influenciar o consumo de combustível de uma viatura afecta ao transporte rodoviário de passageiros. Vários estudos são realizados com o objectivo de definir quais os parâmetros, neste âmbito, mais importantes, sendo que o relevo constitui um desses factores.

Com o propósito de se perceber qual o impacto que a inclinação, positiva ou negativa, tem no consumo de combustível, simularam-se percorrer trajectos iguais, mas com inclinações simétricas, obtendo-se uma média aritmética entre esses percursos. Os resultados são apresentados na Tabela 1 e tornam evidente a maior importância que as subidas têm em relação às descidas no consumo de combustível. À medida que os valores de inclinação aumentam, mesmo contrabalançando-os com inclinações negativas do mesmo nível, os consumos aumentam, que significa que o veículo nunca irá poupar nas descidas o que gastou nas subidas. (Rodrigues, Amaral and Martins, 2010)

Tabela 1 – Valores de consumo usando as médias das inclinações positivas e negativas (Fonte: Rodrigues, Amaral and Martins, 2010)

Inclinação	Consumo médio calculado (L/100 km)
0%	35,4
2% e -2%	36
4% e -4%	40,9
6% e -6%	48,4

Uma aproximação muito utilizada para se estudar a influência que factores como a velocidade, a aceleração e a inclinação têm no consumo de combustível, consiste num estudo utilizando-se o índice VSP. O VSP (*Vehicle Specific Power*) tem em conta o arrasto aerodinâmico, resistência ao rolamento provocado pelos pneus e os factores já referidos, como a velocidade (v) e aceleração instantânea (a) e a inclinação do terreno (φ). O índice VSP é geralmente definido como a potência por unidade de massa (W/kg), podendo também ser definido por (m^2/s^3) e pode ser estimado, para autocarros urbanos, como: (Andrei, 2001; Zhai et al., 2006)

$$VSP = v * (a + g * \sin(\varphi) + 0,092) + 0,00021 * v^3$$

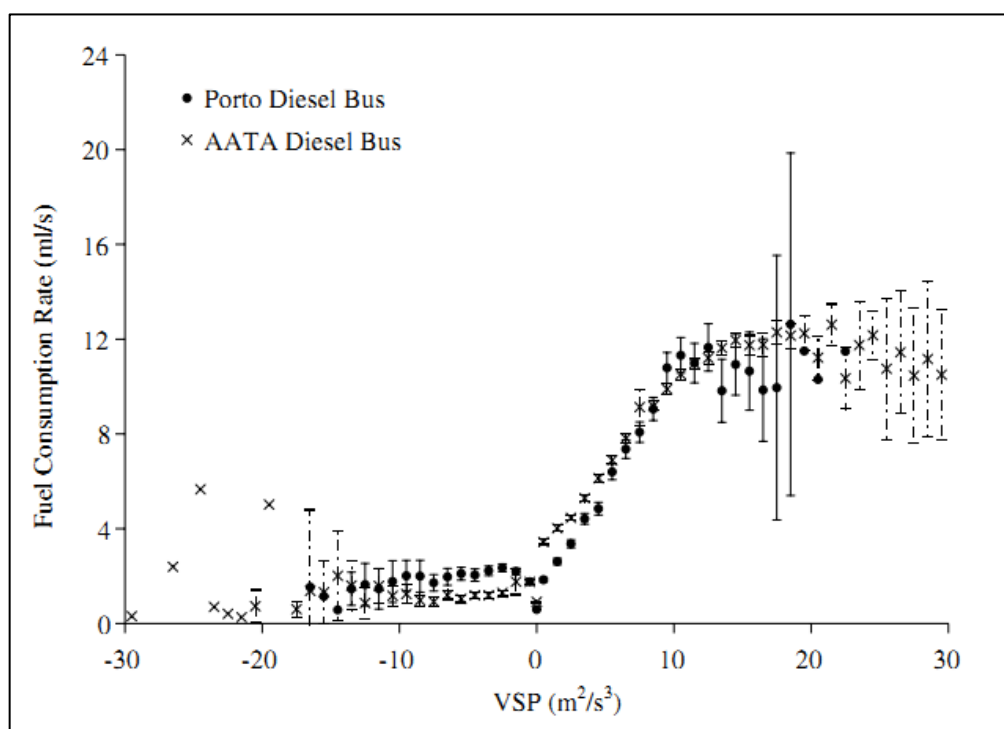


Figura 11 – Taxa de consumo de combustível em função do índice VSP (Fonte: Frey, H. et al., 2007)

Na anterior figura constata-se que a velocidade, a aceleração e o relevo, expressos pelo índice VSP, têm influência na taxa de consumo de combustível.

Como demonstrado na Figura 12, o peso transportado por viaturas deste tipo, em função do número de passageiros e da velocidade de circulação, tem grande influência no consumo de combustível, principalmente para velocidades de circulação superiores. (Frey, H. et al., 2007)

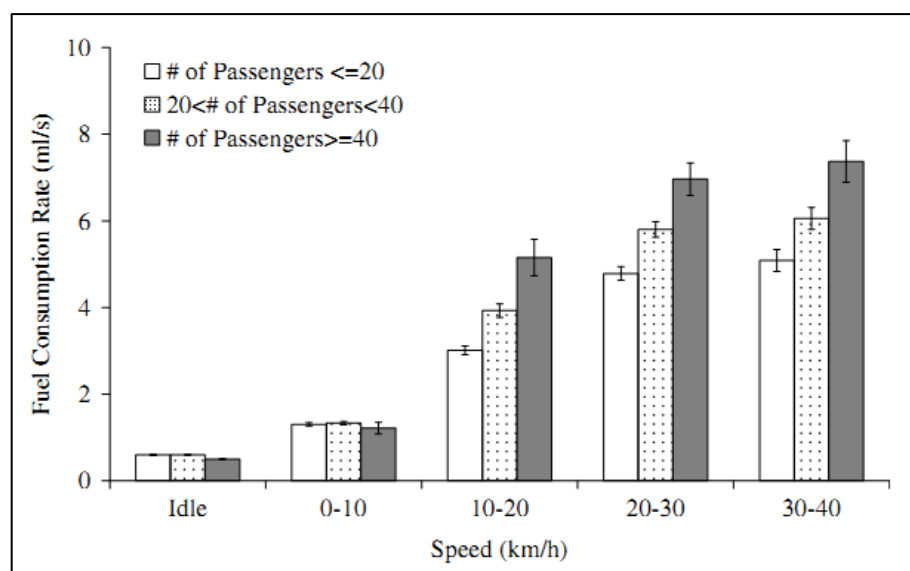


Figura 12 – Efeito do número de passageiros transportados no consumo de combustível em função da velocidade de circulação (Fonte: Frey, H. et al., 2007)

Outro factor que tem muita importância no consumo de combustível é o comportamento do motorista durante a condução. As empresas deste sector apostam cada vez mais em acções de formação e sensibilização dos motoristas para a prática de uma condução ecológica. Para se perceber melhor este efeito, apresentam-se de seguida, na Figura 13, dados relativos à realização de um estudo em que o objectivo passa por fazer um percurso previamente definido, com uma viatura dedicada ao transporte colectivo de passageiros, pedindo-se aos motoristas que adoptassem tipos de condução diversificados, medindo-se o combustível gasto em cada percurso efectuado.



Figura 13 – Testes efectuados para estudar influência dos comportamentos dos motoristas no consumo de combustível (Fonte: Oliveira, L., 2010)

Analisando a anterior figura, percebe-se que, com diferentes tipos de condução adoptados, conseguiram-se obter variações nos consumos na ordem dos 8 l/100 km. (Oliveira, L., 2010)

2.4 Cadeia Cinemática de um autocarro

Os componentes mais importantes da cadeia cinemática de uma viatura destinada ao transporte rodoviário de passageiros são o motor, a caixa de velocidades e o diferencial. O conhecimento aprofundado das suas características e a adequada interligação destes componentes, origina um consumo de combustível mais moderado, quando correctamente adaptados ao tipo de serviço que a viatura se encontra a efectuar.



Figura 14 – Chassi de um autocarro urbano com respectiva cadeia cinemática (Fonte: VOLVO, 2011)

2.4.1 Motor

Os motores de combustão interna têm características de desenho e de funcionamento que os especificam. Apresentam uma certa arquitectura, têm uma certa cilindrada, podem rodar até uma dada velocidade máxima e produzem um certo valor de potência. Estes e outros parâmetros determinarão a escolha entre vários motores.

A especificação de um motor é, regra geral, dada pelos valores de potência e binário máximos. (Martins, J., 2005)

$$Potência(W) = Binário(N.m) \times Velocidade Rotação (rad|s)$$

Outros parâmetros importantes são o rendimento total e o consumo específico, que traduz a massa de combustível utilizado por trabalho efectuado pelo motor, expresso em g/kW.h.

Motores com a mesma cilindrada podem apresentar diferentes valores de potência, pois os parâmetros de projecto, tais como o diâmetro e número de cilindros, a taxa de compressão ou o desenho da câmara de combustão são diferentes.

O trabalho e a potência que um motor debita estão definidos pelas curvas características. Estas curvas mostram a variação da potência, do binário e do consumo específico de combustível em função da velocidade de rotação do motor. Na Figura 15 apresentam-se as curvas características de um motor. (Martins, J., 2005)

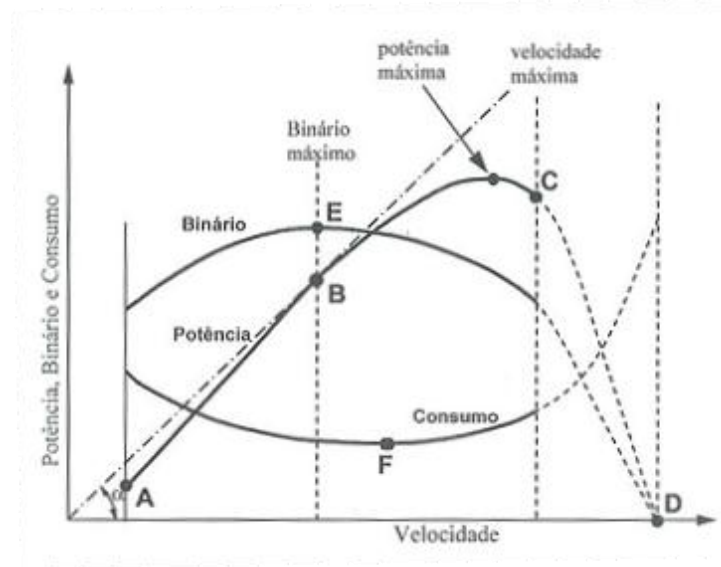


Figura 15 – Curvas características do motor (Fonte: Martins, J., 2005)

- **Curva de Binário**

O valor do binário indicado é, aproximadamente, proporcional à quantidade de ar que entra no motor a cada ciclo e resulta, de uma forma geral, da força exercida em cada pistão do motor em função do comprimento da manivela da cambota. Com o aumento da velocidade de rotação do motor, o efeito dinâmico das colunas gasosas vai ganhando importância, permitindo que mais o ar seja admitido em cada ciclo, chegando-se ao ponto de binário máximo. A partir daqui o aumento do número de rotações implica perdas de carga e de atrito, fazendo com que o binário baixe o seu valor. (Martins, J., 2005)

- **Curva de Potência**

Como a potência é dada pelo produto do binário pela velocidade de rotação, a forma da sua curva advirá da do binário, durante a fase que este aumenta com as rotações, em que a curva de potência cresce rapidamente até ao ponto de binário máximo. A partir daí seu aumento é originado somente pelo aumento da velocidade, atingindo um ponto máximo. À direita desse ponto a redução de binário é superior ao aumento da velocidade, pelo que a potência diminui.

A diferença entre binário e potência (indicados) é que o binário é definido em função (quase proporcional) da massa de ar que entra no motor em cada ciclo, enquanto a potência é definida em função do caudal de ar. (Martins, J., 2005)

- **Curva do Consumo Específico**

O consumo específico é uma indicação do inverso do rendimento global. A baixas velocidades o consumo é elevado em virtude de haverem elevadas perdas térmicas, enquanto para rotações altas as perdas mecânicas são preponderantes, aumentando o consumo. (Martins, J., 2005)

2.4.2 Caixa de velocidades

A caixa de velocidades faz parte dos órgãos de transmissão presentes nas viaturas motrizes e servem, de uma forma genérica, para desmultiplicar a rotação proveniente do motor para o diferencial, de forma a transformar a potência do motor em força ou velocidade, dependendo da necessidade. De uma forma geral e simplificada, quanto maior a rotação do motor em relação à rotação do eixo ao qual se está a transmitir movimento, maior será a força produzida.

As mais recentes tecnologias relativamente a caixas de velocidade destinadas a equiparem viaturas de transporte colectivo de passageiros, são desenvolvidas com vista a uma diminuição do consumo de combustível. Posto isto, a marca ZF®, líder neste sector, fornece caixas de velocidades que, para além de outras características importantes, possibilitam a selecção de um programa de condução dinâmica dependente do relevo com o *TopoDyn*, que promove consumo de combustível mais moderado. (ZF, 2011)

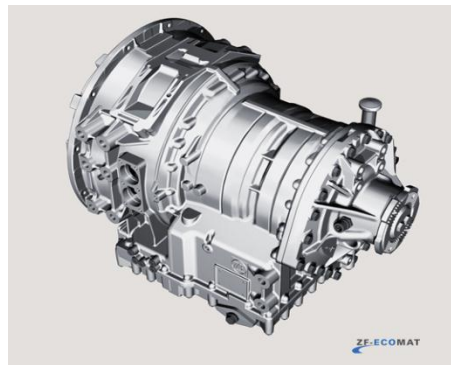


Figura 16 – Caixa de velocidades automática com função de condução dinâmica dependente do relevo (Fonte: ZF, 2011)

2.4.3 Diferencial

Para além das desmultiplicações obtidas na caixa de velocidades, existe, em todos os automóveis, uma desmultiplicação fixa proporcionada pela relação entre o número de dentes da roda de coroa e do pinhão de ataque. Este recebe movimento de rotação da caixa de velocidades, transmitindo por sua vez movimento à roda de coroa, que como possui maior número de dentes, será originada nova redução. Quando o veículo anda em linha recta, as rodas motrizes giram à mesma velocidade da roda de coroa, sendo que em situação de curva, a acção dos planetários e satélites provoca um aumento da velocidade da roda da parte de fora da curva e, na mesma proporção, reduz a velocidade na roda interior, evitando assim que o veículo se despiste. (López, A., 1967)

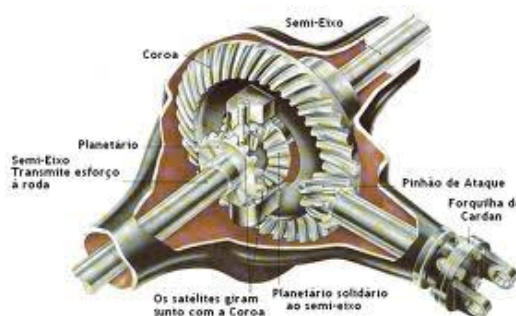


Figura 17 - Diferencial

3 Apresentação do Caso de Estudo

No presente capítulo pretende-se identificar e caracterizar o cenário inicial vigente na Valpi Bus S.A.. Será apresentada a realidade da empresa relativamente a quilómetros percorridos anualmente, apresentação das linhas a analisar, consumos efectuados, caracterização genérica da frota de autocarros bem como dos motoristas afectos aos diferentes tipos de serviços prestados.

3.1 Quilómetros percorridos anualmente

Numa primeira fase foram analisados os quilómetros percorridos pelas viaturas da empresa nos vários serviços prestados tendo como objectivo definir quais as linhas que deveriam sofrer uma análise mais detalhada, no âmbito deste projecto.

Em primeiro lugar foi analisada a evolução dos quilómetros percorridos em todos os serviços ao longo do ano de 2010, bem como a previsão para 2011, como se demonstra na Figura 18.

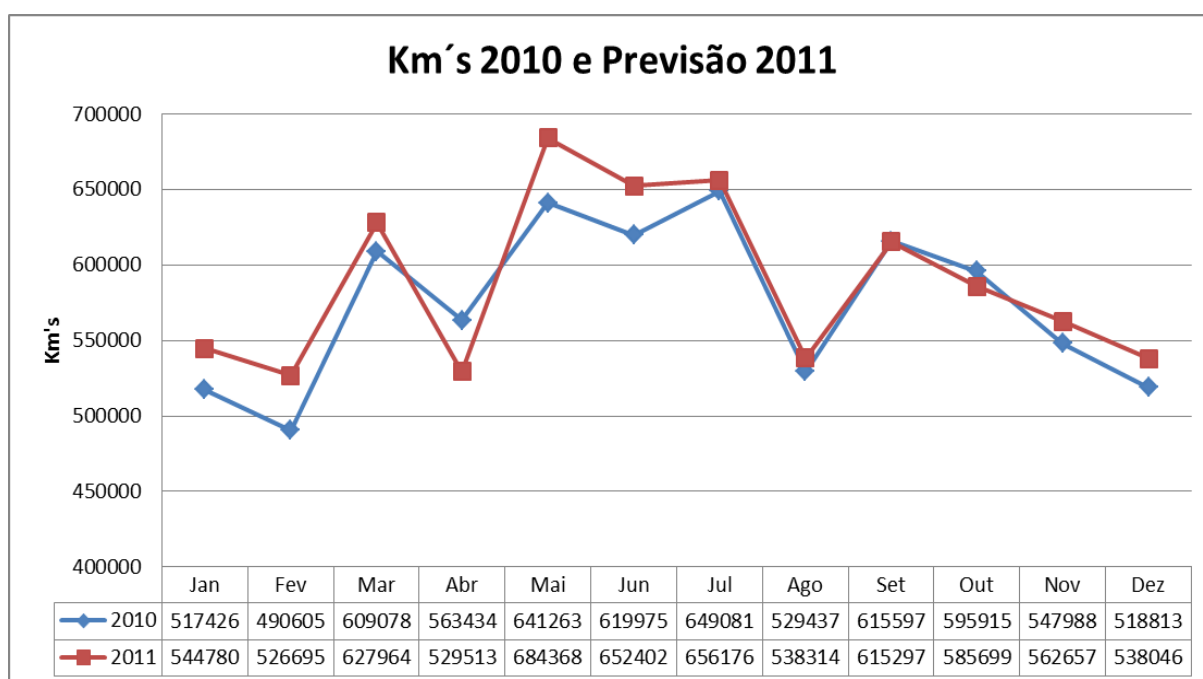


Figura 18 – Quilómetros percorridos durante 2010 e previsão 2011

Analisando os dados do anterior gráfico verifica-se que são percorridos um maior número de quilómetros durante os meses de Maio, Junho e Julho, que se deve principalmente ao facto de se registar nesta altura do ano um aumento da procura do Serviço de Aluguer.

Seguidamente será importante analisar como são distribuídos quantitativamente os quilómetros percorridos pelos diversos serviços prestados. Para tal recorreu-se à análise da previsão dos quilómetros percorridos para o ano de 2011, com base no orçamento feito para o referido ano e tendo em conta os seguintes factores: calendário escolar, dias úteis, feriados nacionais e municipais, serviços contratualizados (Serviço Regular Especializado) e histórico dos quilómetros percorridos em anos anteriores (Serviço Ocasional). Na Figura 19 é demonstrada a referida distribuição de quilómetros.

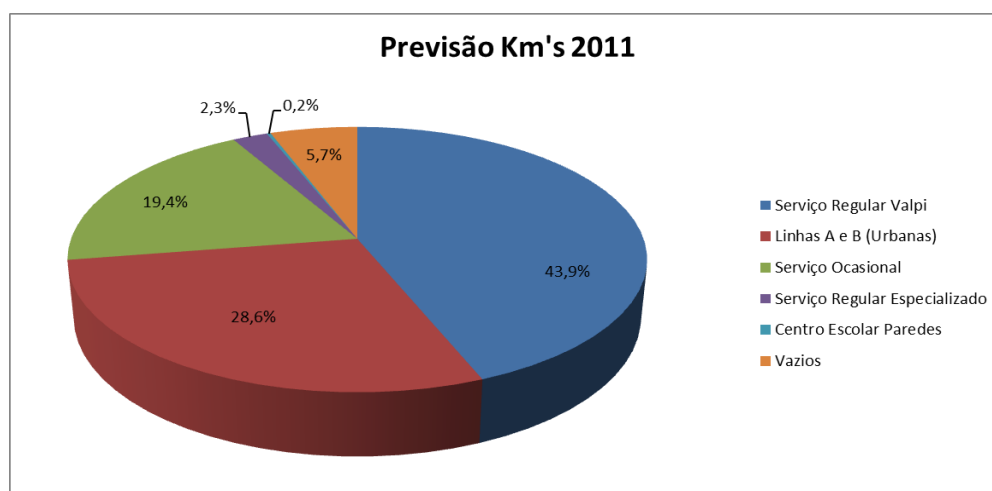


Figura 19 – Influência dos diversos serviços no número de Km's percorridos para 2011

Na Tabela 2 são demonstrados os quilómetros previsivelmente percorridos em 2011 em termos quantitativos, bem como a comparação, em termos globais, com os quilómetros percorridos em 2010, visto não existirem dados, relativamente a quilómetros percorridos na realidade, divididos por todas estas serviços. Esta abordagem torna-se importante para enquadrar os objectivos propostos no âmbito deste projecto com a realidade da empresa, em termos de serviços prestados, no presente e futuro próximo.

Tabela 2 – Previsão Km's percorridos em 2011 nos diversos Serviços

Previsão Total Km's Ano 2011	
Serviço Regular Valpi	3.100.735
Linhas A e B (Urbanas)	2.016.410
Serviço Ocasional	1.366.701
Serviço Regular Especializado	161.115
Centro Escolar Paredes	17.220
Vazios	399.731
Total	7.061.912
Total Ano 2010	6.898.611
Aumento Km's 2010 -> 2011 Serviço Global	2,37%

- **Serviço Regular Valpi:** Este serviço contempla o transporte de passageiros a nível Urbano e Interurbano utilizando viaturas especializadas para esse efeito. Neste momento encontram-se activas 199 linhas abrangendo a Região do Vale do Sousa e Área Metropolitana do Porto. Neste tipo de serviço destaca-se a linha que liga as cidades de Penafiel e do Porto, que correspondeu ao primeiro serviço de autocarro prestado pela empresa, mantendo-se até hoje como uma das suas imagens de marca.
- **Linhas A e B (Urbanas):** Este serviço também se enquadra no *Serviço Regular Valpi*, sendo apenas diferenciado por contemplar duas linhas puramente urbanas e ser

exclusivamente gerido, relativamente a escalonamento de serviços, motoristas e viaturas, a partir das instalações de Gandra-Paredes.

- Serviço Ocasional: Serviço de aluguer destinado ao transporte de passageiros a nível nacional, normalmente de longo curso, e internacional, utilizando-se para o efeito viaturas de Turismo.
- Serviço Regular Especializado: Serviço de aluguer, normalmente contratado por uma entidade, em que há uma regularidade de prestação de serviço.
- Centro Escolar Paredes: Serviço de parceria entre a autarquia de Paredes e a Valpi Bus que contempla o transporte de alunos dos centros escolares do concelho.
- Vazios: Quilómetros percorridos com o autocarro sem passageiros, nomeadamente nas ligações entre os centros de recolha e os pontos de partida ou chegada das linhas.

Analisando a Figura 19 em complemento com a Tabela 2 verifica-se que o *Serviço Regular Valpi* juntamente com as *Linhas A e B (Urbanas)* correspondem a mais de 70% dos quilómetros percorridos anualmente, indicando que a análise prevista para posterior caracterização das linhas deverá incidir nestes serviços. Contudo, devido à abrangência de linhas que formam o *Serviço Regular Valpi*, decidiu-se analisar as linhas que correspondem à ligação entre Penafiel e o Porto (Linhas 1, 7 e 107), serviço de excelência Valpi, que em complemento com as *Linhas A e B (Urbanas)* formam uma amostra bastante significativa, representando mais de 50% dos quilómetros percorridos, no que diz respeito ao Serviço Regular, como se demonstra na Tabela 3 em complemento com a Figura 20.

Tabela 3 – Km's percorridos em 2010 e previsão 2011 Serviço Regular

	2010	2011
Linhas 1, 7 e 107 (Porto-Penafiel)	721.999	739.110
Linhas A e B (Urbanas)	2.134.346	2.016.410
Restante Serviço Regular Valpi	1.982.611	2.361.625
Total	4.838.956	5.117.145

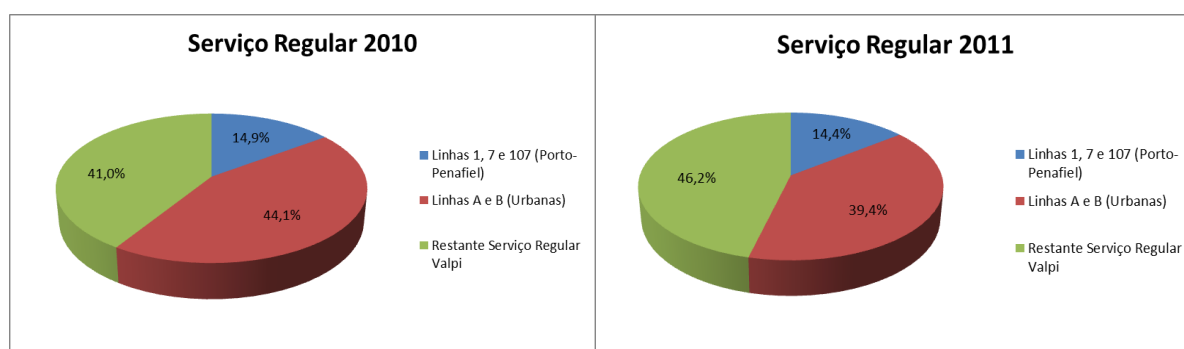


Figura 20 – Distribuição Km's Serviço Regular 2010 e previsão 2011

3.2 Linhas a analisar

Como fundamentado na secção anterior, as linhas que serão alvo de análise e caracterização serão as Linhas 1, 7 e 107, que correspondem a serviços Interurbanos, e as Linhas A e B que correspondem a serviços Urbanos.

3.2.1 Linhas 1, 7 e 107

Estas linhas contemplam o transporte de passageiros entre as cidades de Penafiel e do Porto, utilizando-se para o efeito, tal como já referido, viaturas Interurbanas. Na Figura 21 estão apresentados de uma forma simples e esquemática os percursos efectuados nas referidas linhas.

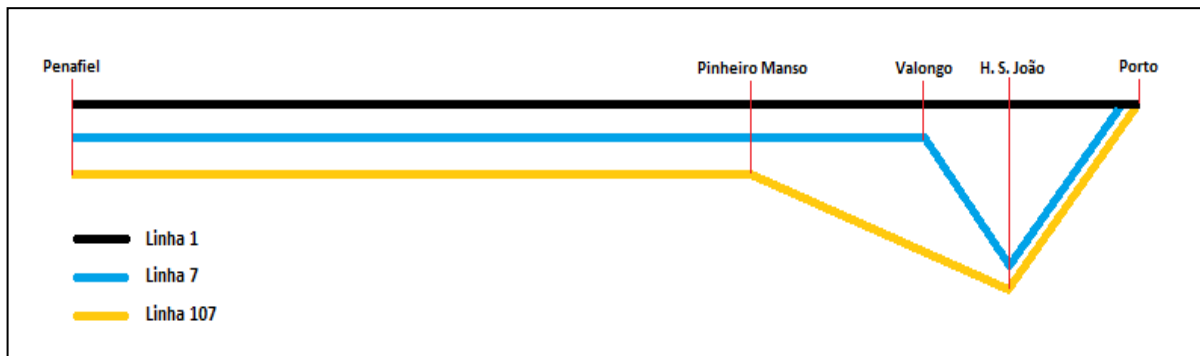


Figura 21 – Percursos das linhas 1, 7 e 107

- Linha 1: Ligação entre Penafiel e Porto efectuada sempre em percurso urbano, utilizando-se na sua maioria a Estrada Nacional 15.
- Linha 7: Ligação entre Penafiel e Porto, utilizando-se em parte a Estrada Nacional 15 até Valongo, fazendo-se a ligação até ao Hospital de São João através da Auto-Estrada nº4 (A4) e Auto-Estrada nº3 (A3), seguindo-se depois até ao Porto por percursos urbanos.
- Linha 107: Ligação entre Penafiel e Porto, utilizando-se em parte a Estrada Nacional 15 até ao Pinheiro Manso, fazendo-se a ligação até ao Hospital de São João através da Auto-Estrada nº4 (A4) e Auto-Estrada nº3 (A3), seguindo-se depois até ao Porto por percursos urbanos.

3.2.2 Linhas A e B

Estas linhas contemplam o transporte de passageiros em percursos totalmente urbanos, utilizando-se para o efeito viaturas Urbanas, efectuando-se um número de Paragens superior ao registado nas linhas Interurbanas. Na Figura 22 estão apresentados de uma forma simples e esquemática os percursos efectuados nas referidas linhas.

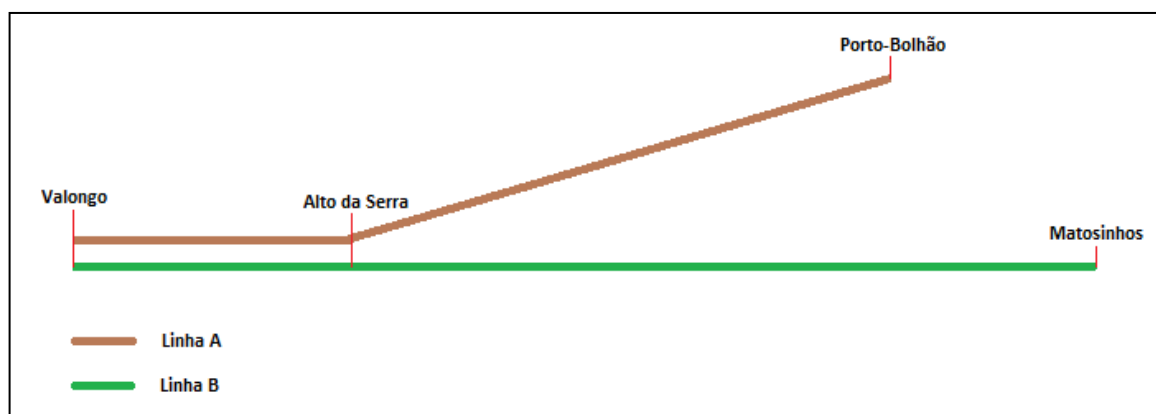


Figura 22 – Percursos das linhas A e B

- Linha A: Ligação entre Valongo e o Bolhão-Porto efectuada sempre em percurso urbano. O percurso até à zona do *Alto da Serra* é coincidente com o percurso da Linha B.
- Linha B: Ligação entre Valongo e Matosinhos efectuada sempre em percurso urbano.

3.3 Consumo de Combustível

Uma empresa deste sector tem consumos energéticos, neste caso gasóleo, bastante significativos, sendo que o custo dos combustíveis representa um dos factores mais importantes na sua estrutura de custos operacionais, tal como demonstrado na secção 2.

O consumo médio de combustível da frota de autocarros da Valpi Bus ao longo do ano, desde 2009 até Abril de 2011, é demonstrado na Figura 23.

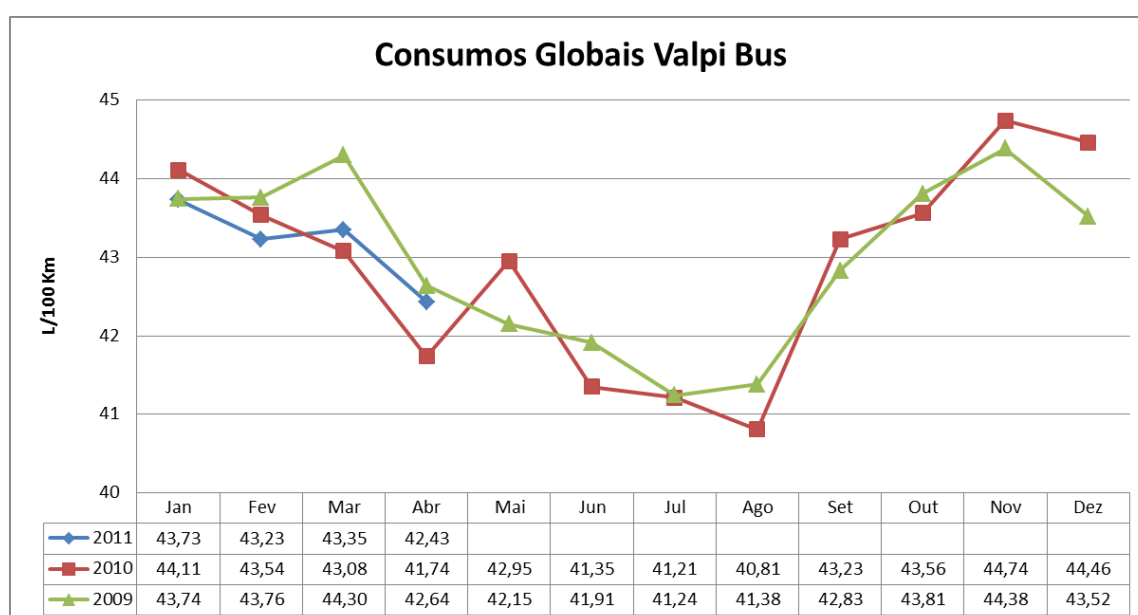


Figura 23 – Evolução mensal dos consumos globais de combustível desde 2009

Analisando a anterior figura verifica-se que o consumo de combustível é mais acentuado nos meses de Inverno, que se justifica sobretudo pela maior incidência de precipitação nesta altura do ano, originando, por um lado, maior resistência ao deslocamento do autocarro, devido à maior densidade da água em relação ao ar, não sendo compensado pelo menor atrito de rolamento registado neste caso, bem como um maior congestionamento do tráfego rodoviário. Durante o mês de Agosto regista-se a tendência para consumos médios menores, resultando, analogamente, da menor precipitação climatérica nos meses de Verão bem como do facto de se registar, neste mês em particular, congestionamento de tráfego menos acentuado. Outro factor importante, que pode ajudar a explicar este fenómeno, prende-se com o facto de durante esta altura do ano o serviço de aluguer ser mais requisitado, sendo que este é um serviço que apresenta, normalmente, consumos de combustível mais baixo.

Depois de analisada a evolução anual dos consumos médios de combustível de toda a frota de autocarros, procede-se de seguida, através da Tabela 4, à apresentação dos consumos dos veículos afectos às linhas que serão alvo de caracterização. Na mesma tabela será também feita referência ao número de passageiros transportados nos dois tipos de serviço em análise, Linhas Interurbanas (1, 7 e 107) e Urbanas (A e B), bem como aos quilogramas de CO₂ libertados e consumo total de energia primária, expresso em tep (Tonelada equivalente de Petróleo), fazendo-se também o enquadramento a nível geral para o exercício de 2010.

Tabela 4 – Indicadores relativos às linhas 1, 7, 107, A e B e total geral no ano de 2010

	Km's	Nº passageiros Total	Consumo (l/100 km)	Litros Gasóleo Consumidos	Emissões de CO ₂ (kg)	Emissões de CO ₂ (kg/km)	tep
Linhas 1, 7 e 107	721.999	543.889	40,35	291.327	769.102	1,07	254
Linhas A e B	2.134.346	6.378.000	50,52	1.078.272	2.846.637	1,33	941
Total Geral	6.898.611	11.985.234	42,80	2.952.606	7.794.879	1,13	2.576

(1 Litro Gasóleo $\approx$ 2,64 Kg CO₂ $\approx$ 0,000873 tep)

Da análise da anterior tabela é de realçar o consumo muito mais elevado, como seria de esperar, das viaturas que efectuam serviço nas Linhas A e B, puramente urbanas. Este serviço, aliando os consumos elevados com o número de quilómetros percorridos anualmente, representa um nível de litros de gasóleo consumidos e, consequentemente, emissões de CO₂ muito acentuado. Por todas estas razões este projecto incidirá maioritariamente sobre este serviço, tanto a nível de análise e caracterização de linhas, como viaturas e motoristas.

3.4 Frota de Autocarros

A Valpi Bus possui uma frota de autocarros composta por 123 viaturas de diversas tipologias, distribuídas pelos diversos serviços prestados pela empresa: Urbano, Urbano-Articulado, Mini-Bus, Interurbano e Turismo. A idade média dos autocarros ronda os 14 anos, sendo que a sua reparação e manutenção está dividida por duas oficinas, em Gandra-Paredes e Penafiel, integradas nas instalações da empresa. Algumas destas viaturas, quando não estão em serviço, por questões relativas à gestão de espaço, ficam nas imediações da residência do motorista que está escalonado para efectuar um serviço com essa viatura.

Tabela 5 - Distribuição de viaturas de acordo com a sua tipologia

Tipologia	Exemplo de Viatura	Nº Viaturas
Urbano		71
Mini-Bus		6
Urbano-Articulado		2
Interurbano		22
Turismo		22

De acordo com a Tabela 5 constata-se a predominância de viaturas do tipo Urbano, sendo que das 71 viaturas, 33 estão destinadas exclusivamente ao transporte de passageiros nas Linhas A e B. De destacar que as viaturas de tipo Interurbano e Turismo podem prestar tanto serviço Regular, mais propriamente Interurbano, como Ocasional, visto estas viaturas apresentarem características idênticas. As viaturas do tipo Mini-Bus podem ser adaptadas, consoante a necessidade e aplicabilidade, à realização de diversos tipos de serviço. Esta particularidade fez com que a análise ao nível das características das viaturas, que será exposta no próximo capítulo, recaísse mais sobre as viaturas que operam nas Linhas A e B, já apresentadas anteriormente. Os dados fornecidos pela empresa relativamente a dados operacionais, como quilómetros percorridos e consumo de combustível, das viaturas que efectuem serviço Interurbano e Ocasional não estão especificados segundo os referidos serviços, muito distintos um do outro, tornando mais difícil uma análise rigorosa, no âmbito deste projecto.

Como já referido, as viaturas efectuem operações de reparação e manutenção divididas pelas duas oficinas da empresa, em Gandra-Paredes e Penafiel, sendo que as viaturas destinadas ao serviço das Linhas A e B são exclusivamente tratadas nas instalações de Paredes. Pode-se observar a distribuição das viaturas pelas duas oficinas na Figura 24.

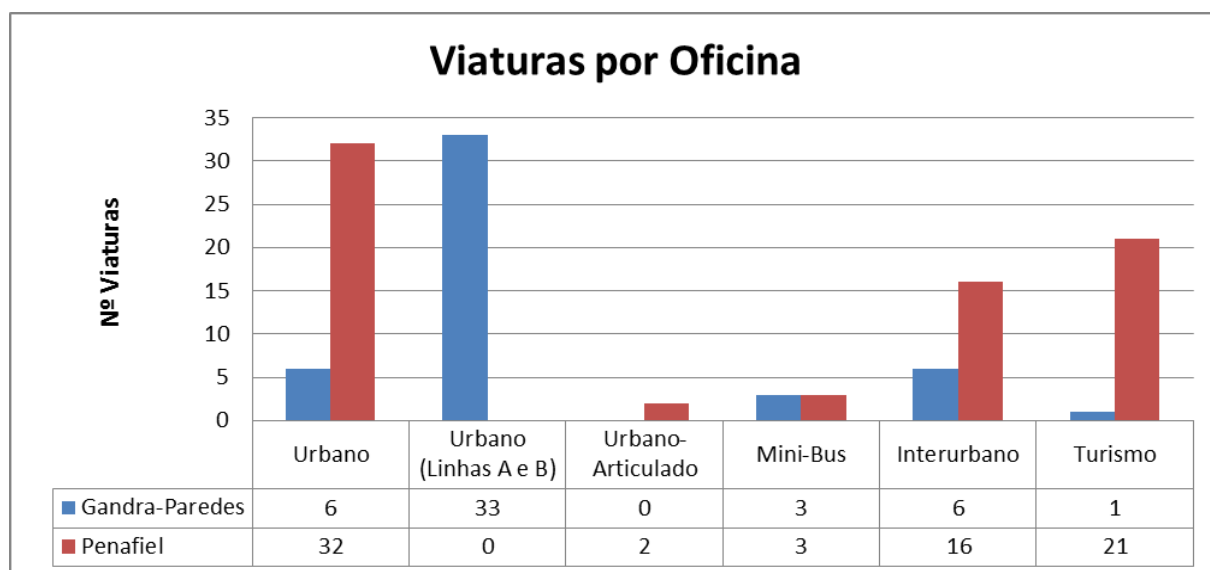


Figura 24 – Distribuição das viaturas pelas oficinas da empresa

Analisando os dados do anterior gráfico podemos observar que para além, como já referido, da manutenção às viaturas afectas ao serviço das Linhas A e B ser apenas efectuado nas instalações de Gandra-Paredes, estas destacam-se claramente relativamente às restantes, nas referidas oficinas, sendo este também um motivo pelo qual foi dada uma maior importância ao nível da caracterização destas viaturas, visto o projecto ter sido efectuado nestas instalações. Esta situação permitiu um maior acompanhamento a nível de questões relativas a aspectos da cadeia cinemática, através do contacto directo com as viaturas e com os mecânicos que sempre se prontificaram a esclarecer alguma situação relacionada com esta vertente do projecto. Um dos componentes mais importantes na cadeia cinemática é a caixa de velocidades, sendo que em viaturas do tipo Urbano são utilizadas normalmente caixas automáticas e nas restantes caixas manuais. Na totalidade da frota são utilizadas caixas de velocidades de diversas marcas, onde se destacam equipamentos ZF, Voith, Mercedes e SCANIA. As viaturas que efectuam serviço nas Linhas A e B (Urbanas) possuem, na sua totalidade, caixas de velocidade do tipo automático recorrendo-se apenas à utilização de equipamentos das marcas ZF e Voith, de acordo com a distribuição expressa no seguinte gráfico (Figura 25), destacando-se, claramente, a predominância de caixas de velocidade ZF.



Figura 25 – Distribuição de caixas de velocidade nas viaturas das linhas A e B

3.5 Motoristas

Actualmente a Valpi Bus emprega cerca de 200 funcionários dos quais cerca de 130 são motoristas, que se encontram distribuídos pelos diversos serviços prestados pela empresa. Relativamente às linhas A e B, 68 dos 130 motoristas dedicam-se quase exclusivamente à prestação deste serviço, sendo que ocasionalmente podem prestar outro tipo de serviço, mais propriamente de aluguer.

Os motoristas da Valpi Bus apresentam uma média de idades de cerca de 46 anos. De referir que um dos requisitos para se adquirir a carta de pesados de passageiros é ter idade superior a 21 anos, não se podendo conduzir após os 65 anos. Para além da carta de condução específica para este serviço, é obrigatória a carta de qualificação (CQM), a qual é emitida mediante a apresentação do certificado de aptidão do motorista (CAM), que para a sua obtenção, torna-se necessário o cumprimento de algumas regras, onde se destacam cursos de formação obrigatória, divididos por várias etapas. (IMTT, 2008)

Na Figura 26 está apresentada a caracterização dos motoristas, a nível geral, por patamares de idade.

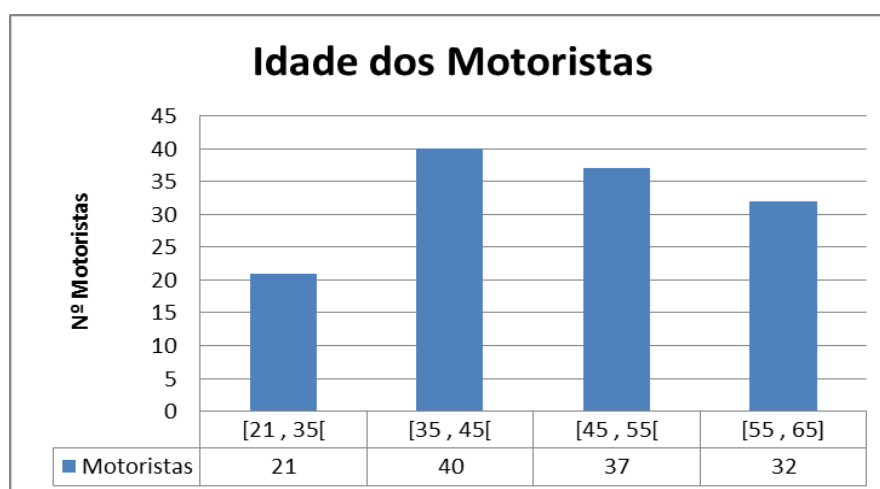


Figura 26 – Caracterização dos motoristas por idade

4 Desenvolvimento do Projecto

O presente capítulo tem como principal objectivo apresentar as soluções desenvolvidas no decorrer do projecto de Dissertação. A primeira fase passou pelo habitual período de enquadramento na empresa, visto ser o primeiro contacto do autor com este sector em particular. Foram adquiridos conhecimentos relativamente aos principais processos que iriam estar relacionados com os objectivos propostos para este projecto, analisando-se a situação actual e decidindo-se qual seria a melhor forma de abordagem inicial. Paralelamente foram efectuadas diversas pesquisas, utilizando-se variadas fontes, para que a adaptação e o desenvolvimento de conhecimentos nesta área fosse efectuado de uma forma mais consistente.

Este capítulo está organizado segundo as seguintes fases de abordagem:

- I. Caracterização das Linhas Valpi Bus;
- II. Definição das Características Técnicas adequadas das Viaturas;
- III. Enumeração de boas práticas de comportamento dos Motoristas.

4.1 Caracterização das Linhas Valpi Bus

Nesta primeira fase de desenvolvimento do projecto proposto, o objectivo passa pela definição das características das linhas que mais directamente podem influenciar o consumo de combustível durante o recorrer desta actividade. Como já referido na Secção 2, a topografia está directamente relacionada com o consumo de combustível, assim como a velocidade e a aceleração da viatura ao longo do percurso. Outro aspecto que importa analisar é o número de paragens que a viatura efectua durante uma viagem, quer no que diz respeito à entrada e saída de passageiros, quer no que diz respeito à intensidade de tráfego rodoviário que se regista durante esta actividade, sendo que ambas estão directamente relacionadas com a altura do dia em que se circula (hora de “ponta” ou não). O factor *Peso* (tara da viatura + peso total dos passageiros) também tem grande influência no consumo de combustível, visto ser necessário, quando a viatura está a transportar um maior número de passageiros, uma disponibilidade do motor mais elevada, quer em termos de Binário, aquando dos sucessivos arranques que são necessários, sobretudo num horário de maior congestionamento de trânsito, bem como em termos de Potência, quando se pretende atingir e manter uma velocidade mais elevada, sendo que em ambas as situações é requerido ao motor da viatura que “produza” um maior número de rotações por minuto, normalmente fora da gama de rotações consideradas ideais, variando de motor para motor, no que diz respeito a um consumo específico de combustível mais reduzido. Posto isto, foram então delineadas quais as características mais importantes que deveriam ser analisadas para uma correcta *Caracterização das Linhas Valpi Bus*:

- Topografia;
- Número e tipo de ocorrências registadas (Paragem ou Parada);
- Número de Passageiros entre Paragens;

No que diz respeito à *Topografia* pretende-se obter, principalmente, informação relativamente ao acumulado (em altura) e distância percorrida em situação de subida e descida, inclinações máximas e médias, positivas e negativas e alturas mínima e máximas atingidas durante o percurso. Outra situação que se pretende analisar é a posição das paragens de acordo com o relevo apresentado no local, ou seja, pretende-se efectuar um registo das paragens que se encontram num plano inclinado, negativo e positivo, ou horizontal. Relativamente à posição das paragens vai ser analisada, em cada uma das linhas e em ambos os sentidos, a possibilidade de alteração das mesmas para uma posição mais favorável em termos de facilidade de arranque (que não se exija tanta disponibilidade do motor) do autocarro, que possibilita um consumo de combustível mais moderado. De salientar que a proposta de alteração de uma paragem em nenhum dos casos pode comprometer as facilidades de acesso e segurança dos passageiros que normalmente utilizam esse local para entrar ou sair da viatura.

Relativamente ao *Número e tipo de ocorrências registadas (Paragem ou Parada)*, pretende-se efectuar um registo do número de Paragens (entrada e saída de passageiros) e de Paradas (paragens em semáforos, STOP's, locais de cedência de passagem, zonas de trânsito "parado", entre outras situações do género) em ambos os sentidos da linha em análise e em diferentes alturas do dia (hora de "ponta" ou não) tendo-se como objectivo saber exactamente o local onde estas situações ocorrem.

O *Número de Passageiros entre Paragens* foi registado manualmente pelo autor, com o respectivo erro associado a este tipo de "contagem", tentando-se ainda assim obter uma tendência, a mais aproximada do real possível, do número de passageiros que são transportados em ambos os sentidos em função do horário e da linha em questão.

Aproveitando a análise que será feita com vista à caracterização das linhas seleccionadas (Capítulo 3.2), obter-se-á um registo do comportamento dos motoristas no que diz respeito ao comportamento na chegada e partida das situações em que se exija uma travagem e arranque da viatura (Paragens e Paradas). Esta análise servirá de apoio para a terceira fase de abordagem deste projecto, *Enumeração de boas práticas de comportamento dos Motoristas*, que contempla questões principalmente relacionadas com a redução do consumo de combustível, mas também relativas ao transporte de passageiros com um nível de conforto e segurança com o qual a Valpi Bus procura reger a sua actividade.

Definidos os vectores que terão influência directa na caracterização das linhas, foi necessário estabelecer qual a metodologia de abordagem, nesta fase do projecto. Foi então estabelecido que para obtenção dos dados necessários para este propósito seriam realizadas diversas viagens de autocarro em que se registariam todos os aspectos relevantes. Para efectuar este registo foi elaborado pelo autor uma *Ficha de Caracterização da Linha* (Anexo A).



Ficha de Caracterização da Linha Nº **Data:** **Hora Escala:**

Origem: **Destino:** **ID Veículo:**

Nome Motorista: **Nº ID:** **AC (S/N):**

Ocorrência	Tipo	Tempo (min)*	Km (0,000)*	Inclinação (+/-)	Possível Alterar Paragem? (S/N)	Comportamento Chegada - Travagem (Suave/Normal/Brusca)	Comportamento Arranque (Suave/Normal/Brusco)	Número de Passageiros
1								

Figura 27 – Cabeçalho da Ficha de Caracterização da Linha

Na Figura 27 é apresentado o cabeçalho e duas primeiras linhas de preenchimento da *Ficha de Caracterização da Linha*. Neste documento obtemos o registo da linha que estamos a caracterizar bem como da data e hora de escala, que representa a hora de partida e de chegada estipulada pela empresa, para o serviço em questão, que permite no fim da viagem fazer uma comparação entre este horário e o que realmente foi cumprido. Podemos ainda registar a origem e o destino da viagem, bem como a identificação da viatura em análise. Para completar a informação assinala-se o nome e número do motorista assim como o facto de a viatura possuir ou não Ar Condicionado, elemento que pode determinar, quando em funcionamento, um aumento do consumo de combustível.

Na coluna *Tipo* identifica-se qual é a ocorrência registada nesse instante, Paragem ou Parada. As colunas *Tempo* e *Km* são preenchidas a partir de dados obtidos a partir do aparelho GPS, que será apresentado mais adiante. Na coluna *Inclinação* regista-se a inclinação (positiva (+) ou negativa (-)) das paragens onde se efectua entrada ou saída de passageiros, sendo que ao mesmo tempo se visualiza se é possível ou não alterar a referida paragem, mencionando-se essa informação na coluna *Possível Alterar Paragem*. Nas colunas *Comportamento Chegada – Travagem* e *Comportamento Arranque* é feito o registo baseado na análise dos comportamentos dos motoristas durante a condução, mais propriamente na chegada e partida das situações de Paragem e Parada. Esta análise torna-se um pouco subjectiva mas será importante para perceber algumas tendências durante o exercício desta função, que servirá de apoio para a terceira fase de abordagem deste problema. Na última coluna procede-se ao registo dos passageiros que circulam na viatura entre paragens.

Apresentada a *Ficha de Caracterização da Linha*, e respectivas regras de preenchimento, importa referir que para complementar esta análise é necessário o auxílio a um dispositivo GPS, que teve que ser adquirido pela empresa visto as viaturas não incorporarem nenhum sistema que permitisse a recolha dos dados necessários para o fim desejado. Foi efectuada, pelo autor, uma pesquisa no mercado relativa a equipamentos deste tipo e que melhor se poderiam adequar a este tipo de abordagem, tendo sempre em conta a melhor relação qualidade-preço. Chegou-se então à conclusão que o dispositivo GPS mais indicado para este caso seria o *Garmin® Oregon 450*, cujas principais características são apresentadas na Figura 28.

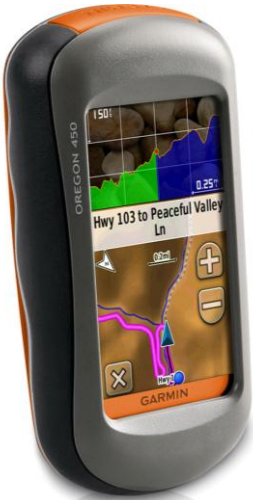
Garmin® Oregon 450	Principais Características
	- Ecrã tátil TFT a cores transreflectivo - Registo automático de trajectos, guardando até 2000 pontos de passagem/favoritos/locais - Cálculo de rota automático - Altímetro barométrico - Receptor de alta sensibilidade - Bússola electrónica com compensação de inclinação, 3 eixos - Mapeamento de estradas pormenorizado

Figura 28 – Dispositivo GPS utilizado e características mais relevantes

Utilizando-se este dispositivo conseguem-se obter diversas informações úteis para a correcta caracterização das linhas. Das diversas potencialidades do GPS destacam-se o ecrã tátil de grandes dimensões que torna a interacção com o utilizador mais fácil e intuitiva, de grande utilidade para a marcação do local exacto de todas as Paragens e Paradas em cada viagem. Este dispositivo possui uma precisão bastante boa, quando comparada com outros dispositivos do mesmo tipo, de cerca de 3m, sendo que por vezes, devido à dificuldade de recepção de sinal dos satélites, num dia mais encoberto por exemplo, esta precisão pode diminuir o que faz com que os dados obtidos nas viagens entre os mesmos pontos originem dados um pouco diferentes. Ao longo dos trajectos percorridos o aparelho regista-os automaticamente, marcando vários pontos, com indicação, em cada um deles, das coordenadas geográficas, altitude e velocidade instantânea, sendo que o faz dinamicamente, ou seja, adapta-se às características do percurso para nos transmitir uma informação o mais fidedigna possível. Para tentar perceber melhor esta potencialidade, apresenta-se na Figura 29 um troço de um dos trajectos percorridos.

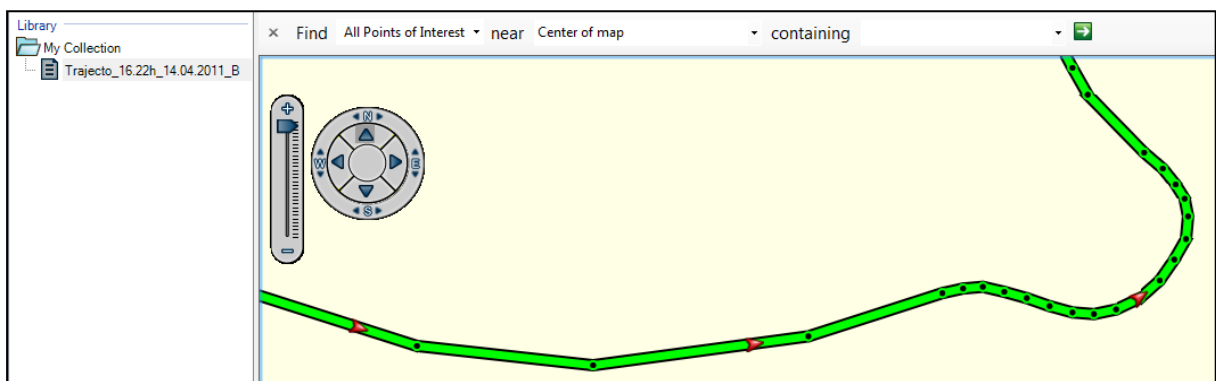


Figura 29 – Troço de um trajecto percorrido

Como se pode observar na anterior figura, em troços do percurso mais rectilíneos o GPS regista coordenadas geográficas mais espaçadamente (pontos assinalados a preto) enquanto numa situação de curva são, automaticamente, registados mais pontos. Se não se verificasse esta situação, se por exemplo o dispositivo registasse coordenadas num intervalo de tempo constante, poderíamos ser induzidos em erro em termos de distância total percorrida, o que invalidaria esta análise.

Por cada viagem percorrida é gerado um ficheiro (.gpx) sendo ainda gerado outro ficheiro (.gpx) com os pontos de passagem (Paragens e Paradas) registados manualmente. Para tratamento destes dados são utilizados os seguintes *Softwares*:

- **Garmin® BaseCamp:** *Software* disponibilizado gratuitamente pela Garmin® que é utilizado, neste projecto, essencialmente para fazer a ligação entre os dados do ficheiro gerado com pontos marcados automaticamente e os dados do ficheiro em que foram registados os pontos manualmente. Apenas a partir desta aplicação conseguimos extrair informação relativa à velocidade instantânea em cada ponto do percurso.

- **Perfis:** *Software* disponibilizado gratuitamente *online* que é utilizado para obter diversas informações úteis sobre o percurso, tais como distâncias percorridas em subida e descida, acumulados de subida e descida, tempo em que o autocarro permaneceu parado, velocidade máxima atingida, velocidade média em movimento e considerando também as paragens, assim como toda a informação relativa a inclinações. De referir que foi imposto ao *software* que quando é registada uma velocidade menor do que 5 km/h, considera-se que o autocarro está parado.
- **Microsoft® Office Excel:** Com esta ferramenta é que vai ser feita a compilação e interligação de todos os dados obtidos pelos ficheiros gerados em cada percurso efectuado. Em cada viagem são marcados automaticamente cerca de 1000 pontos sendo que cada um é apresentado em função da sua posição em coordenadas geográficas, em graus decimais, em que os valores positivos são para o Norte (latitude) e o Leste (longitude) e os valores negativos são para o Sul (latitude) e o Oeste (longitude), como se demonstra na Figura 30.

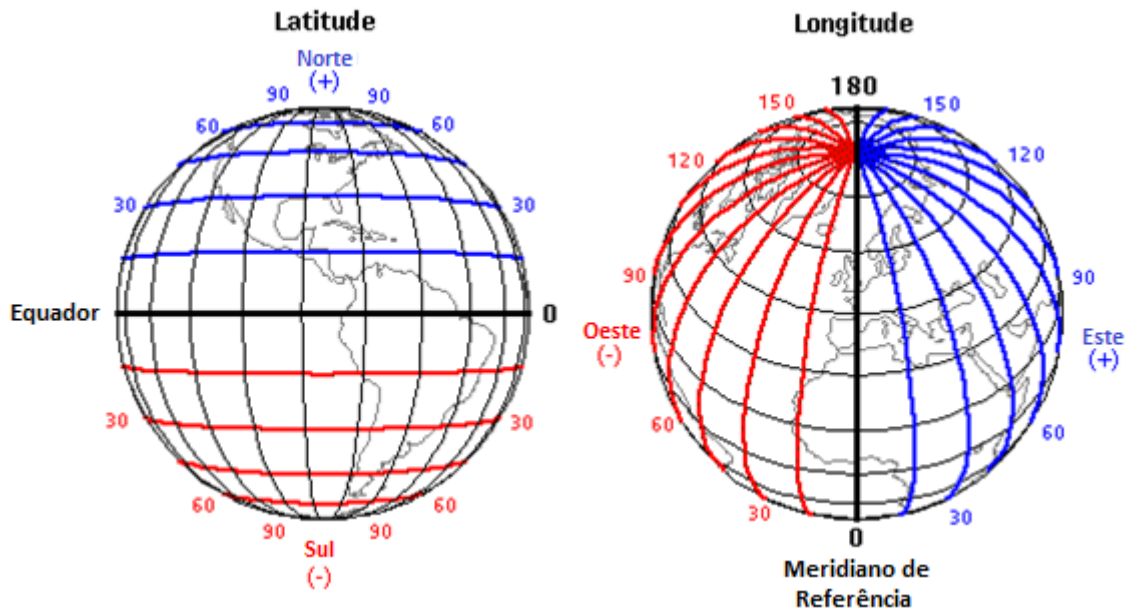


Figura 30 – Linhas de latitude e longitude no globo terrestre

A latitude é medida a partir da linha imaginária do Equador, enquanto a longitude se mede a partir do meridiano principal que foi arbitrariamente escolhido, o Meridiano de Greenwich. Para calcular a distância entre dois pontos do percurso (ponto 1 e 2), em metros, foi utilizada a seguinte fórmula já adaptada para Excel:

$$= ACOS \left(COS(RADIANS(90 - Lat1)) * COS(RADIANS(90 - Lat2)) + SIN(RADIANS(90 - Lat1)) * SIN(RADIANS(90 - Lat2)) * COS(RADIANS(Long1 - Long2)) \right) * 6371 * 10^3$$

O valor $6371 * 10^3$ corresponde ao raio aproximado da Terra, em metros.

4.1.1 Caracterização das Linhas A e B

Foi decidido começar a análise pelas Linhas A e B, quer pelo número de quilómetros percorridos que estas linhas representam no total dos serviços prestados pela empresa, bem como em termos da sua especificidade: o percurso é completamente urbano o que provoca que as viaturas afectas a este serviço são as que têm consumo de combustível mais elevado. Para se obter uma amostra de viagens o mais significativa e abrangente possível, estas foram programadas de acordo com os seguintes factores:

- Categoria do veículo: Os veículos afectos a estas Linhas foram agrupados segundo categorias, de acordo com algumas características intrínsecas aos mesmos, como será demonstrado na secção 4.2;
- Motorista: Dos 68 motoristas destinados a prestar serviço nestas linhas tentou-se analisar o maior número possível para se obter uma tendência, a mais alargada possível, dos hábitos de condução praticados;
- Altura do dia: Pretendeu-se a obtenção de dados tanto de manhã como à tarde;
- Hora: Foi efectuada uma análise comparativa entre a de nominada hora de “ponta”, onde o congestionamento de trânsito é mais elevado e a hora de “vazio”.

As viagens foram programadas recorrendo aos planos de escalonamento produzidos pelos serviços da empresa destinados a este propósito, que conjugam horários, motoristas e viaturas. Estes escalonamentos são efectuados à semana, sendo que praticamente todos os dias têm que ser efectuadas alterações aos mesmos quando alguns dos recursos disponíveis (motorista ou viatura) sofre algum impedimento.

4.1.1.1 Linha A

Esta linha contempla a ligação, em ambos os sentidos, das cidades de Valongo e do Porto-Bolhão, sendo que, relativamente à Linha B, são percorridos cerca de três vezes mais quilómetros anualmente. Foram efectuadas, para análise desta linha, 24 viagens, utilizando-se viaturas de seis categorias diferentes e analisando-se um total de 11 motoristas.



Figura 31 – Percurso efectuado na Linha A

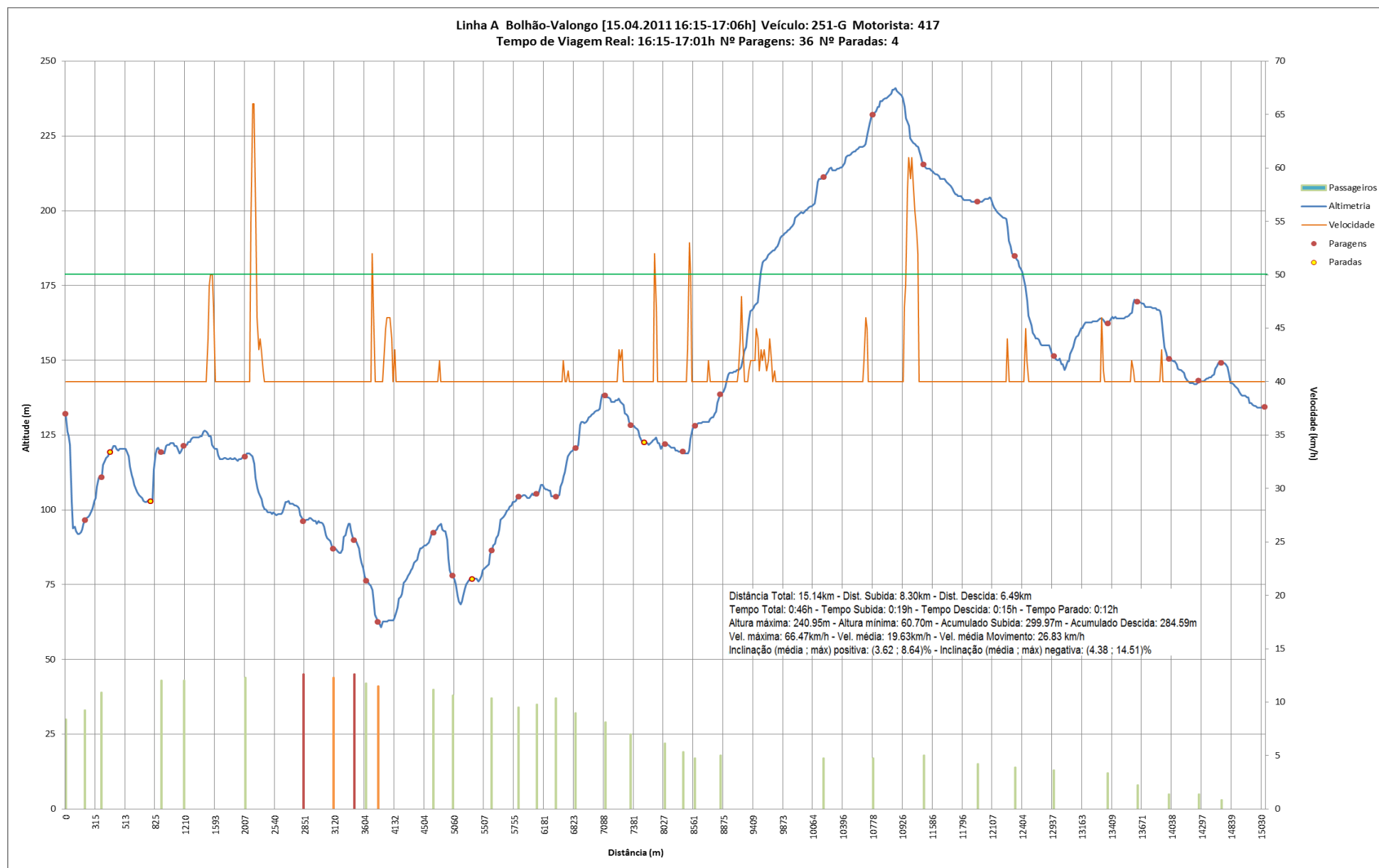


Figura 32 – Gráfico obtido para a linha A no sentido Bolhão-Valongo em hora de ponta

Na Figura 32 é apresentado o gráfico obtido após tratamento dos dados registados numa viagem de autocarro, neste caso, a título exemplificativo, no sentido Bolhão – Valongo em hora de ponta.

A partir do mesmo conseguimos obter diversos tipos de informação dos quais se destacam a informação visual da altimetria do percurso, bem como da localização e do número de Paragens e Paradas efectuadas. Conseguimos ainda ter uma percepção da variação velocidade instantânea da viatura ao longo do percurso, sendo que se estabeleceu um patamar inferior de 40 km/h para o gráfico não ficar muito sobrecarregado em termos de informação, marcando-se ainda uma linha (a verde) que corresponde ao limite de velocidade imposto em toda a extensão da linha (50 km/h). Na base do gráfico apresenta-se informação sobre a evolução do número de passageiros transportados entre Paragens, tendo sido este registo efectuado manualmente, tal como já referido, usando-se o eixo vertical da esquerda como orientação. Na caixa de texto presente no gráfico está exposta diversa informação de vital importância para uma correcta caracterização da linha em questão.

Nas Tabelas 6 e 7 está compilada a informação relativa à média de todas as viagens efectuadas e consideradas válidas. A informação relativa a cada uma das viagens, incluindo as realizadas na linha B, seguirá em anexo (Anexo B).

Tabela 6 – Caracterização linha A no sentido Valongo – Bolhão

Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
14923	7183	7497	239,99	65,67	275,99	286,56	3,86	10,61	3,82	9,87

Hora	Nº Médio Passageiros	Tempo de Viagem Teórico (h)	Tempo de Viagem Real (h)	Diferença (h)	Tempo Parado (h)	Velocidade Média (km/h)	Velocidade Média Movimento (km/h)	Nº Paragens Efectuadas	Nº Paradas
Ponta	41	00:51	00:49	00:02	00:16	17,51	25,72	40	8
Vazio	21	00:46	00:46	00:00	00:11	19,22	25,72	33	5

Tabela 7 – Caracterização linha A no sentido Bolhão – Valongo

Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
15363	8127	6903	237,91	62,38	285,85	273,83	3,53	10,28	3,99	10,85

Hora	Nº Médio Passageiros	Tempo de Viagem Teórico (h)	Tempo de Viagem Real (h)	Diferença (h)	Tempo Parado (h)	Velocidade Média (km/h)	Velocidade Média Movimento (km/h)	Nº Paragens Efectuadas	Nº Paradas
Ponta	29	00:51	00:48	00:03	00:13	19,14	26,28	38	5
Vazio	13	00:51	00:45	00:06	00:10	20,57	26,61	30	5

Analisando-se a Tabela 6 constata-se que, no sentido Valongo – Bolhão, o percurso tem um total de 14923 metros. As distâncias percorridas em situação de subida e descida são relativamente próximas, com predominância para a situação de descida. De salientar é também a grande diferença, relativamente ao nº médio de passageiros transportados, entre a

hora de “ponta” e de “vazio” no mesmo sentido, bem como no que diz respeito ao tempo que o autocarro permanece parado, que se justifica pelo trânsito mais congestionado e por se efectuar mais paragens e paradas na hora de “ponta”. Relativamente ao cumprimento do horário estipulado por volta (51 min), na hora de “ponta” consegue-se, em média percorrer o trajecto em menos dois minutos do que o previsto. Na hora de “vazio” cumpre-se, em média, o horário estipulado (46 min). Estes resultados explicam-se devido ao facto dos serviços da empresa admitirem que um autocarro, neste sentido, pode percorrer este trajecto em hora de “vazio” em menos cinco minutos do que em hora de “ponta”.

No sentido inverso (Bolhão – Valongo), Tabela 7, que compreende um total de 15363 metros, a diferença entre a situação de subida e descida já é mais acentuada, com predominância para a situação de subida. Relativamente ao número médio de passageiros transportados também se verifica uma grande diferença entre as horas de “ponta” e “vazio”. O tempo que o autocarro permanece parado também é menor em hora de “vazio”, assim como o número de paragens efectuadas, sendo que o número de paradas, em média, é igual numa situação e noutra.

Nas Figuras 33 e 34 é demonstrado, através de patamares criados, qual a predominância de velocidade de circulação em função do horário e do sentido.

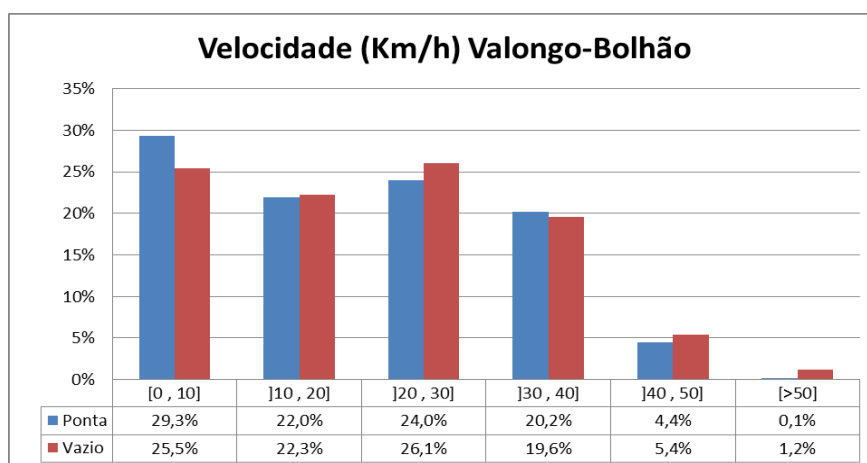


Figura 33 – Comparação de velocidades de circulação no sentido Valongo-Bolhão

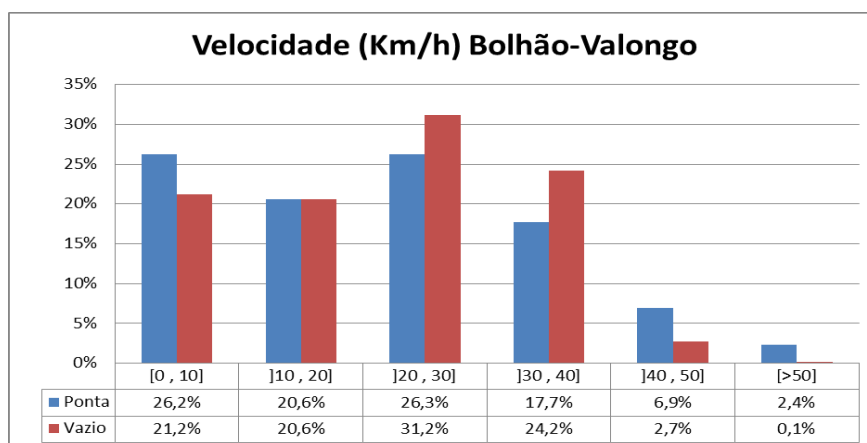


Figura 34 - Comparação de velocidades de circulação no sentido Bolhão-Valongo

Analisando os anteriores gráficos constata-se que nas horas de “vazio” a gama de velocidades de circulação é superior, fenómeno mais acentuado no sentido Bolhão-Porto, o que resulta das menores paragens que o autocarro tem que efectuar bem como do trânsito mais desimpedido nestas alturas do dia. Nas horas de ponta há tendência a circular-se a velocidades mais lentas o que é um indicador de maiores consumos de combustível visto estar-se, predominantemente, a usar relações de caixa de velocidades mais altas, que originam maiores rotações do motor para velocidades de circulação baixas. Esta evidência pode ser um dos factores que influenciarão a escolha adequada de viatura para cada serviço, assunto tratado na secção 4.2.

4.1.1.2 Linha B

Esta linha contempla a ligação, em ambos os sentidos, das cidades de Valongo e de Matosinhos, sendo que, como se vai comprovar de seguida, é mais extensa do que a linha A. Foram igualmente realizadas 24 viagens de autocarro, de seis categorias diferentes, para obtenção dos dados necessários, analisando-se um total de 11 motoristas, sendo que dois deles foram também analisados na linha A.



Figura 35 – Percurso efectuado na Linha B

Na Figura 36 é apresentado o gráfico obtido após o tratamento dos dados registados numa viagem de autocarro, neste caso, a título exemplificativo, no sentido Matosinhos – Valongo em hora de ponta.

As informações obtidas neste gráfico, em termos de conteúdo, são iguais às obtidas no gráfico correspondente à viagem efectuada na linha A, apresentado anteriormente.

Teve-se em atenção escolher, para apresentação, uma viagem efectuada em condições semelhantes à apresentada para a linha A, sendo que o horário é idêntico, o local de chegada é para ambas Valongo e o motorista foi o mesmo para os dois casos.

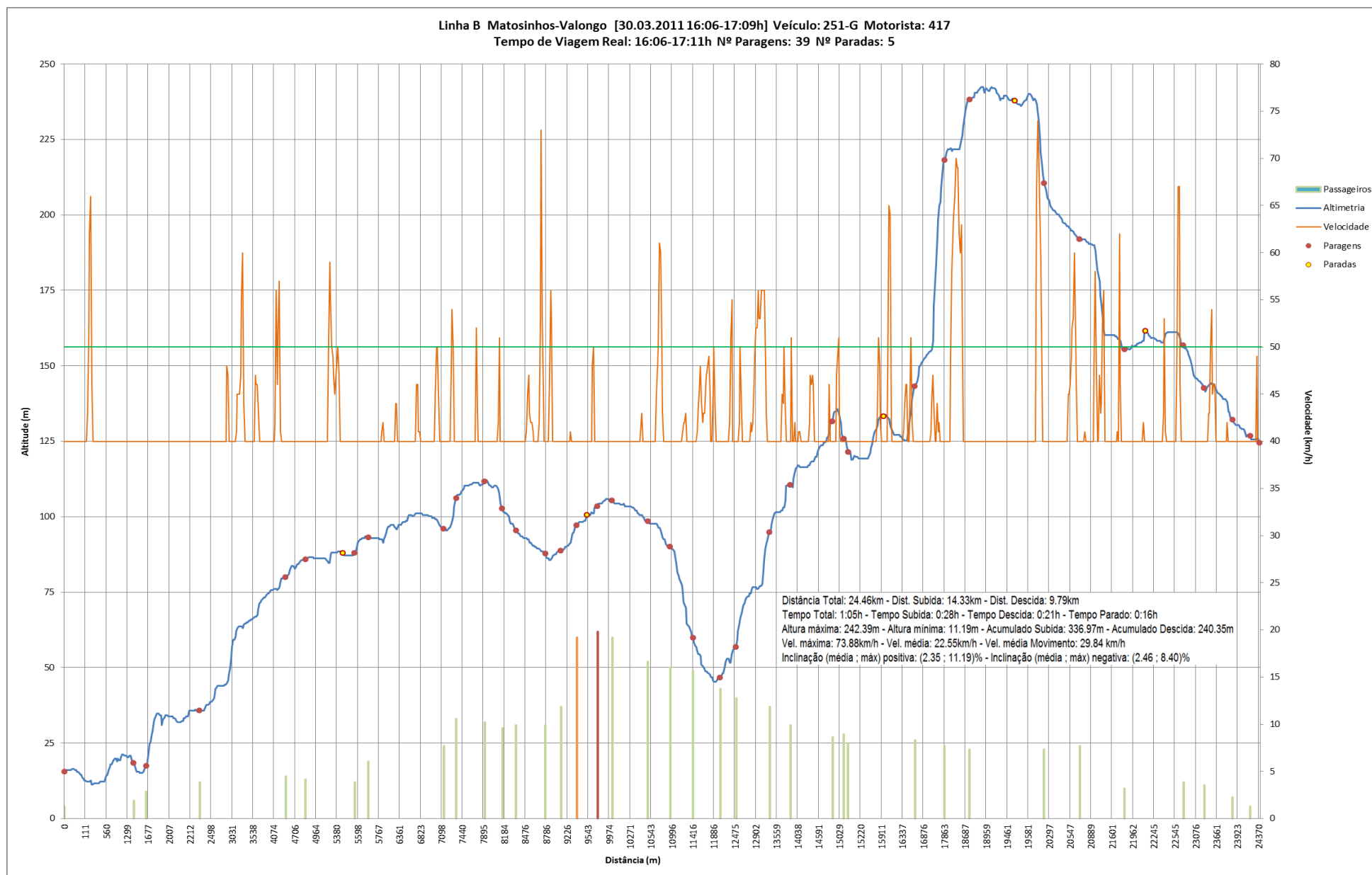


Figura 36 - Gráfico obtido para a linha B no sentido Valongo-Matosinhos em hora de ponta

Tabela 8 – Caracterização da linha B no sentido Valongo – Matosinhos

Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
23824	9191	14243	245,52	13,84	294,83	406,26	3,21	9,25	2,87	10,39

Hora	Nº Médio Passageiros	Tempo de Viagem Teórico (h)	Tempo de Viagem Real (h)	Diferença (h)	Tempo Parado (h)	Velocidade Média (km/h)	Velocidade Média Movimento (km/h)	Nº Paragens Efectuadas	Nº Paradas
Ponta	35	01:03	01:12	00:09	00:20	19,73	27,30	55	10
Vazio	16	01:03	01:08	00:05	00:18	20,75	28,38	44	6

Tabela 9 – Caracterização da linha B no sentido Matosinhos – Valongo

Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
24581	14008	10160	248,72	5,75	416,06	313,59	2,98	11,08	3,10	10,29

Hora	Nº Médio Passageiros	Tempo de Viagem Teórico (h)	Tempo de Viagem Real (h)	Diferença (h)	Tempo Parado (h)	Velocidade Média (km/h)	Velocidade Média Movimento (km/h)	Nº Paragens Efectuadas	Nº Paradas
Ponta	34	01:03	01:16	00:13	00:25	18,99	28,04	51	8
Vazio	17	01:03	01:07	00:04	00:18	22,03	30,62	47	8

Partindo da análise da Tabela 8 constata-se que, no sentido Valongo – Matosinhos, o percurso tem um total de 23824 metros. A distância percorrida em situação de subida é significativamente inferior relativamente à situação de descida. Observa-se uma grande diferença, relativamente ao nº médio de passageiros transportados, entre a hora de “ponta” e de “vazio” no mesmo sentido, bem como no que diz respeito ao número de paragens e paradas efectuadas. O tempo que a viatura permanece parada é menor em hora de “vazio” é menor, mas não muito significativamente. Relativamente ao cumprimento do horário estipulado por volta (63 min), na hora de “ponta” não se consegue percorrer o percurso em tempo útil, sendo que o atraso é, em média, de nove minutos. Na hora de “vazio” também não se consegue efectuar a volta dentro do tempo estipulado (63 min), sendo que o atraso, em média, neste caso é de cinco minutos.

Na Tabela 9 apresentam-se os dados relativos às viagens no sentido inverso (Matosinhos – Valongo), que compreende um total de 24581 metros de extensão, sendo que neste caso maior parte do percurso se efectua em situação de subida. Relativamente ao número médio de passageiros transportados também se verifica uma grande diferença entre as horas de “ponta” e “vazio”. O tempo que o autocarro permanece parado também é menor em hora de “vazio”, assim como o número de paragens efectuadas, sendo que o número de paradas, em média, é igual numa situação e noutra.

Nas Figuras 37 e 38, apresentadas de seguida, é demonstrado, através de patamares criados, qual a predominância de velocidade de circulação em função do horário e do sentido.

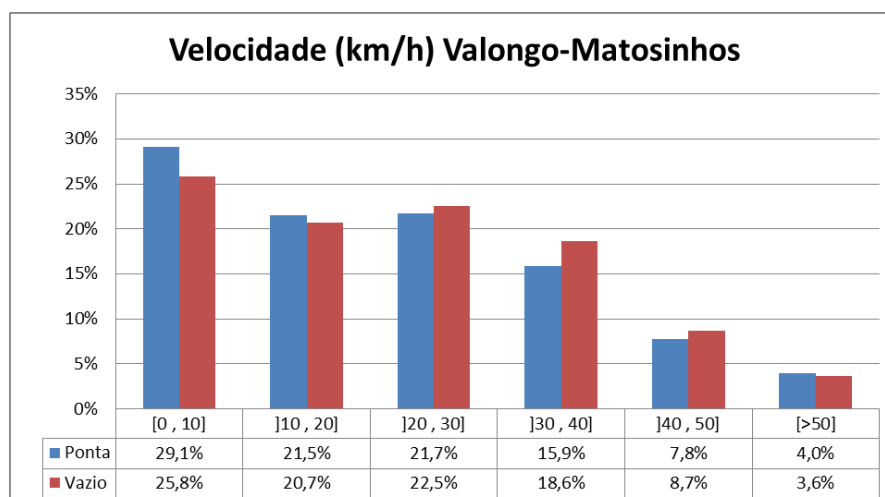


Figura 37 - Comparação de velocidades de circulação no sentido Valongo – Matosinhos

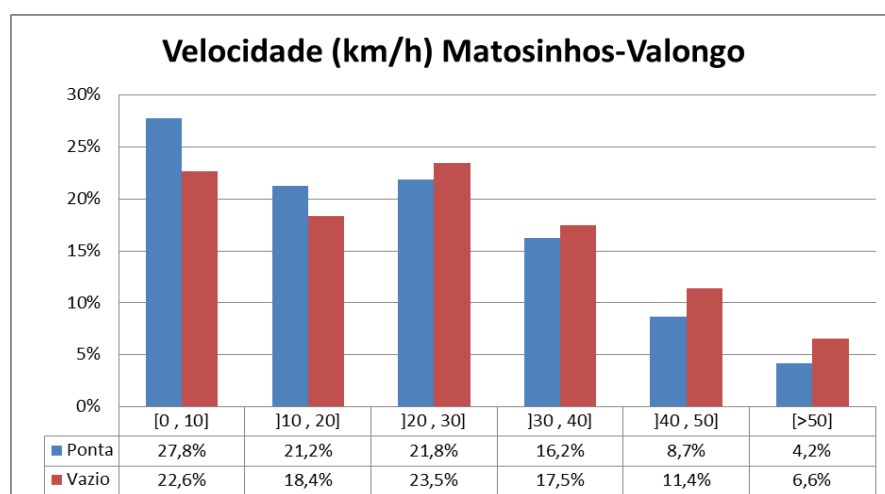


Figura 38 - Comparação de velocidades de circulação no sentido Matosinhos – Valongo

Ao analisar os gráficos anteriores conclui-se que em horas de “ponta” circula-se em gamas de velocidade inferiores em ambos os sentidos, pelas mesmas razões apresentadas na análise, dos gráficos do mesmo tipo (Figuras 33 e 34), relativa às viagens na linha A.

4.1.1.3 Considerações finais sobre as Linhas A e B

Após analisadas e caracterizadas as linhas A e B, surgem as seguintes considerações finais:

- Ao comparar as duas linhas em relação ao tempo que efectivamente demoram a efectuar cada percurso, observamos que na linha A os horários de escala são regra geral cumpridos ao contrário do verificado na linha B, em que os atrasos por vezes são muito avultados (consultar Anexo B). Esta situação resulta num comportamento do motorista mais “agressivo” para conseguir, ou tentar, cumprir o percurso no tempo estipulado, como se pode concluir observando as Figuras 32 e 36 tendo em atenção a evolução da velocidade instantânea ao longo do percurso, na mesma altura do dia,

sendo que o motorista em análise era o mesmo para as duas situações. Durante as viagens verificou-se uma postura muito mais descontraída dos motoristas durante a condução na linha A, resultando em acelerações e desacelerações muito mais suaves, não sendo também necessário atingir velocidades tão elevadas, o que naturalmente incentiva à diminuição do consumo de combustível;

- Foi observado que a inclinação das Paragens está de acordo com a topografia das linhas, ou seja, quanto mais subidas contemplar um percurso, um maior número de Paragens se vão encontrar numa situação de plano inclinado positivo;
- Teve-se o cuidado de se abranger uma grande gama de horários a percorrer, pelo que se pôde concluir que a afluência de passageiros, nas horas de “ponta”, é maior de manhã no sentido Valongo-Bolhão (linha A) e no sentido Valongo-Matosinhos (linha B), e à tarde nos sentidos inversos. Nas horas de “vazio” esta situação é indiferente. Esta conclusão torna-se importante para uma correcta afectação de viaturas a estas linhas, que será feita na secção 4.2.
- Relativamente à possibilidade de alteração de Paragens foi detectado, num troço que é comum às duas linhas em análise, no sentido Valongo – Bolhão no caso da linha A e no sentido Valongo – Matosinhos no caso da linha B, que a posição de uma das Paragens poderia ser alterada sem que, à partida, fosse afectada a comodidade dos utentes. A alteração proposta seria para deslocar a Paragem (coordenadas GPS: lat 41,194855° lon -8,509981°) cerca de 50 metros para a frente, passando a mesma de um plano inclinado positivo bastante pronunciado, para uma situação de plano horizontal, resultando numa situação favorável à redução de consumo de combustível, até porque em mais de 90% das viagens efectuadas o autocarro parou nesse local para recolher ou deixar utentes.

4.1.2 Caracterização das Linhas 1, 7 e 107

Como argumentado na Secção 3, as linhas 1, 7 e 107 não foram objecto de análise tão aprofundada como as linhas A e B. contudo foram realizadas viagens de autocarro em todas estas linhas de modo a se obter, embora de forma mais superficial, dados para se poderem caracterizar as mesmas. Os gráficos obtidos serão apresentados em anexo (Anexo C) para não sobrecarregar o corpo principal do relatório.

4.1.2.1 Linha 1

Na linha 1 efectua-se a ligação, em ambos os sentidos, entre Penafiel e o Porto sempre por percurso urbano (Figura 39). Nesta linha percorre-se uma distância total de 37800 metros, no sentido Porto - Penafiel, sendo que a situação de subida é mais predominante. No sentido inverso percorrem-se 38420 metros, registando-se, neste caso, predominância de situação de descida, como se pode comprovar analisando a tabela 10.

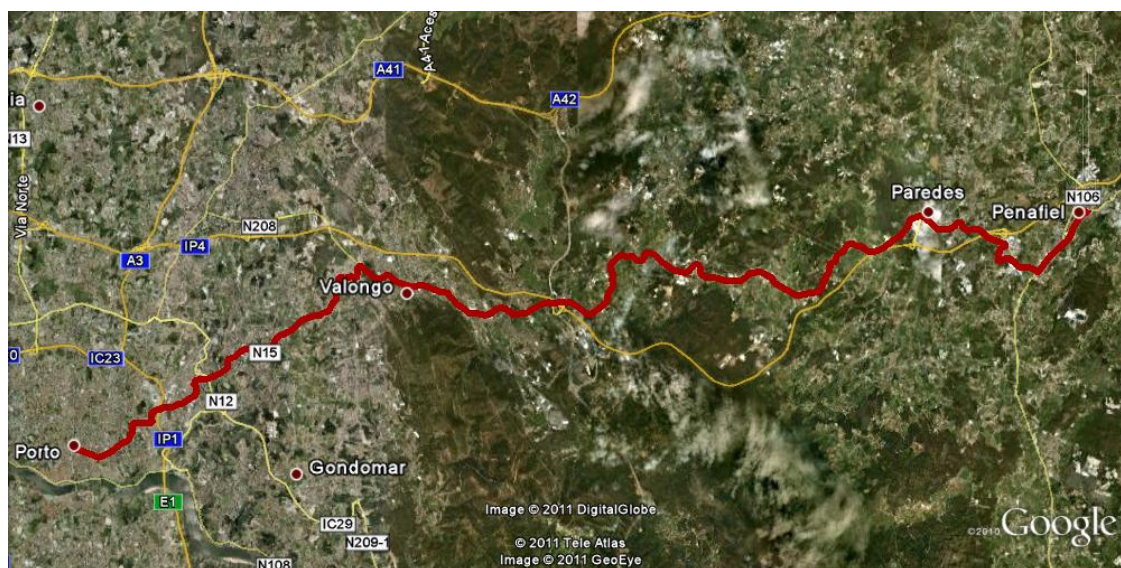


Figura 39 – Percurso efectuado na Linha 1

Tabela 10 – Caracterização da Linha 1

Sentido	Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
Porto-Penafiel	37800	22290	15240	323,14	61,66	721,48	506,17	3,24	11,61	3,32	10,86
Penafiel-Porto	38420	16820	21320	338,52	59,74	569,12	779,63	3,38	9,60	3,66	12,10

4.1.2.2 Linha 7

Na linha 7 efectua-se igualmente a ligação, em ambos os sentidos, entre Penafiel e o Porto, só que recorrendo-se à utilização de Auto-Estrada (A3 e A4), ligação em Valongo – Figura 40. Percorre-se nesta linha, no sentido Porto – Penafiel, um total de 40420 metros sendo que a situação de subida é mais predominante. No sentido oposto percorrem-se 41380 metros em que a distância percorrida em descida é maior, como se verifica analisando a tabela 11.

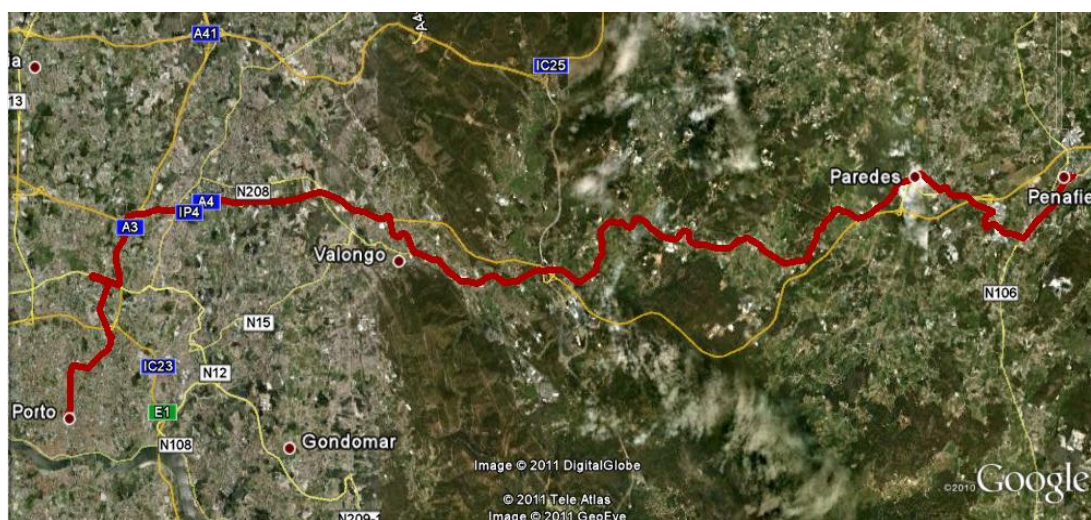


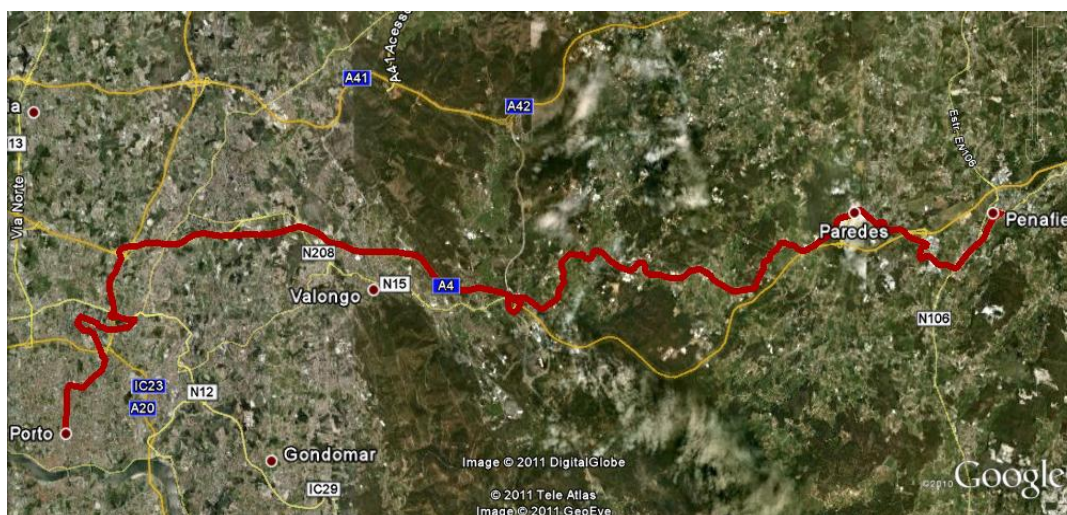
Figura 40 – Percurso efectuado na Linha 7

Tabela 11 – Caracterização da Linha 7

Sentido	Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
Porto-Penafiel	40420	22220	17940	324,10	104,44	718,56	577,75	3,23	12,36	3,22	15,40
Penafiel-Porto	41380	18570	22400	332,75	92,42	534,49	712,82	2,88	9,44	3,18	11,92

4.1.2.3 Linha 107

Na linha 107 efectua-se exactamente a mesma ligação que as duas linhas apresentadas anteriormente (1 e 7), apenas com a variante de um troço da mesma se fazer recorrendo-se à utilização da Auto-Estrada (A3 e A4), ligação em Pinheiro-Manso (Figura 41). Na ligação Porto – Penafiel percorrem-se 42150 metros, enquanto no sentido oposto a linha tem uma extensão de 43570 metros. Relativamente às distâncias percorridas em situação de subida ou descida, a tendência é a mesma da apresentada nas duas anteriores linhas, embora a diferença seja menos pronunciada, como se comprova na tabela 12.


Figura 41 – Percurso efectuado na linha 107
Tabela 12 – Caracterização da linha 107

Sentido	Distância Total (m)	Distância Subida (m)	Distância Descida (m)	Altura Máxima (m)	Altura Mínima (m)	Acumulado Subida (m)	Acumulado Descida (m)	Inclinação Média Positiva (%)	Inclinação Máxima Positiva (%)	Inclinação Média Negativa (%)	Inclinação Máxima Negativa (%)
Porto-Penafiel	42150	21830	19320	321,27	87,56	803,67	614,89	3,27	13,57	3,65	14,97
Penafiel-Porto	43570	20390	22900	329,39	91,46	634,94	819,04	3,11	13,88	3,58	15,05

4.2 Definição das Características Técnicas adequadas das Viaturas

Nesta fase do projecto o objectivo consiste em definir, de acordo com as suas características técnicas mais relevantes, quais as viaturas adequadas para o tipo de linhas caracterizadas na secção anterior. Tendo em conta que foi realizada uma análise muito mais exaustiva nas Linhas A e B, faz todo o sentido obter uma caracterização técnica mais pormenorizada das viaturas afectas ao referido serviço. Para tal procedeu-se à análise dos componentes da cadeia cinemática, assim como outras características das viaturas, que maior influência podem ter nas variações do consumo de combustível.

4.2.1 Cadeia Cinemática de uma viatura Urbana

Nesta secção faz-se uma apresentação dos componentes da cadeia cinemática, de uma viatura afectada ao serviço nas Linha A e B, que foram analisados mais pormenorizadamente.

- **Motor:** Viaturas desta categoria têm motores com elevadas cilindradas que, naturalmente, originam também grandes consumos de combustível. Relativamente a este componente da cadeia cinemática foi feito um levantamento de dados relativamente a cilindrada, potência, binário e consumo específico de combustível. Na Figura 42 está representado o motor de uma das viaturas, neste caso modelo *MAN D2866 LUH24*.



Figura 42 – Exemplo de motor de uma viatura Urbana

- **Caixa de Velocidades:** Este componente tem uma elevada importância na dinâmica da cadeia cinemática da viatura, fazendo com que, em conjunto com o diferencial, as rotações produzidas pelo motor sejam utilizadas da forma mais útil possível, de acordo com as necessidades impostas ao longo de um percurso. Como demonstrado na Figura 25, maior parte das caixas de velocidade utilizadas neste tipo de viaturas são da marca ZF, sendo que todas elas são do tipo automático. Foi analisado, em cada caso, o número de velocidades disponível bem como a respectiva razão de transmissão para cada velocidade. Na Figura 43 apresenta-se um tipo de caixa de velocidades usada em algumas viaturas da Valpi Bus, neste caso modelo *ZF 5 HP 500*.



Figura 43 – Caixa de velocidades automática (Fonte: Truck-Market, 2009)

- **Diferencial:** Componente da cadeia cinemática em análise menos complexa, mas não menos importante do que os restantes componentes já analisados, já que é este dispositivo que distribui o movimento de rotação, produzido a montante, para as rodas. Nas viaturas analisadas verificou-se que se pode efectuar redução da velocidade de rotação recorrendo-se na totalidade a este componente, para além da redução já efectuada anteriormente na caixa de velocidades, embora em alguns casos esta redução seja dividida pelo diferencial e por um sistema de redução instalado nos cubos das rodas. Foi, portanto, analisada a razão de transmissão, também conhecida como *rapport*, apresentada pelo diferencial, multiplicando-se, no caso de se aplicar, pela razão de transmissão aplicada nos cubos das rodas, obtendo-se assim a razão de transmissão total. Na Figura 44 apresenta-se um diferencial idêntico ao utilizado em muitas das viaturas em análise, neste caso com uma razão de transmissão de 1.370:1.



Figura 44 – Diferencial

4.2.2 Viaturas em análise

As viaturas analisadas são, exclusivamente, destinadas à prestação de serviço nas linhas A e B, sendo que, ao todo, são utilizados 33 autocarros que de acordo, principalmente, com a sua cadeia cinemática, mas tendo também em conta factores como a tara do veículo e o modelo da carroçaria utilizada, foram divididos em nove categorias. No Anexo D estão contempladas todas as informações relativas a cada uma das viaturas, sendo que em complemento foi criada uma *Ficha de Caracterização de Viatura* (Anexo E) para cada uma das categorias definidas, onde está exposta toda a informação, mais pormenorizada, de todos os aspectos importantes relativos aos componentes da cadeia cinemática, tais como, curvas de potência, binário e consumo específico de combustível para cada motor, número e respectivas razões de transmissão das velocidades da caixa, bem como informação relativa ao *rapport* de cada um dos diferenciais (com ou sem redução no cubo das rodas), assim como outros dados gerais, como se poderá constatar ao consultar o referido Anexo E. Esta informação foi recolhida através de alguns dados compilados pela empresa e pesquisas bibliográficas, mas principalmente a partir da interacção com o Departamento Técnico, mecânicos e habituais fornecedores da Valpi Bus que sempre se prontificaram a ajudar, contribuindo, em grande medida, para obtenção de muitos conhecimentos úteis para o desenvolver deste projecto. Em seguida é apresentado, na Tabela 13, um resumo das informações recolhidas, em função das categorias previamente definidas.

Tabela 13 – Quadro resumo das características Viaturas Urbanas

Categoria	Nº Viaturas	Ano	Tara [kg]	Cilindrada Motor [cm3]	Potência [cv]	Binário [N.m]	Caixa de Velocidades	Nº Velocidades	Redução Total Diferencial
URB-A	5	1996	11967	11967	250	950	ZF 5 HP500	5	5.435:1
URB-B	6	1995	11945	11967	210	800	ZF 5 HP500	5	5.409:1
URB-C	2	2000	10795	6871	220	825	Voith D 854.3 E	4	4.760:1
URB-D	3	2000	11295	6370	280	1120	ZF 5 HP502 C	5	6.210:1
URB-E	7	1999	10595	8974	220	1005	ZF 4 HP500	4	4.220:1
URB-F	3	2002	11850	11967	310	1400	ZF 5 HP592 C	5	5.402:1
URB-G	2	2004	11930	11967	310	1400	ZF 5 HP592 C	5	5.407:1
URB-H	2	2005	11370	6871	280	1100	ZF 6 HP502	6	5.921:1
URB-I	3	2005	11940	11980	250	1100	ZF 6 HP502 C	6	5.875:1

4.2.3 Análise do consumo de combustível

Analisando os consumos de combustível da frota de autocarros urbanos afectos ao serviço das linhas A e B referentes ao ano de 2010, verificou-se que existem diferenças significativas entre categorias. Para tentar perceber estes factos, analisou-se, em primeiro lugar, qual das linhas representava um maior número de quilómetros percorridos anualmente, por categoria. Em complemento analisaram-se os quilómetros percorridos em hora de ponta, de manhã (7:00 – 9:30h) e à tarde (17:00 – 19:30h), e determinou-se qual a sua influência no total de quilómetros percorridos pelas viaturas de cada categoria. Os resultados podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14 – Distribuição quilómetros percorridos e consumo de combustível por categoria

Categoria	Quilómetros Linha A	Quilómetros Linha B	Quilómetros Hora de Ponta [Manhã]	Quilómetros Hora de Ponta [Tarde]	Quilómetros Hora de Ponta [Total]	Consumo Combustível (l/100 km)
URB-A	78%	22%	17%	18%	35%	46,59
URB-B	77%	23%	16%	17%	33%	46,54
URB-C	87%	13%	16%	17%	33%	51,79
URB-D	45%	55%	20%	17%	37%	65,77
URB-E	67%	33%	17%	19%	36%	52,47
URB-F	76%	24%	16%	18%	34%	57,76
URB-G	75%	25%	17%	18%	35%	52,43
URB-H	68%	32%	17%	18%	35%	51,67
URB-I	81%	19%	17%	18%	35%	52,79

Analisando-se a anterior tabela, verifica-se que o consumo de combustível é mais baixo nas categorias de viaturas com mais idade (URB-A e URB-B). No entanto ao analisando os consumos efectuados por cada uma das viaturas da categoria URB-A, verifica-se que este consumo mais moderado resulta da influência de duas viaturas, que apresentam consumos muito mais baixos que as demais. Em todas as categorias se percorrerem praticamente o mesmo número de quilómetros em hora de ponta, assim como se regista uma preponderância no número de quilómetros percorridos na linha A, logo as causas para estas diferenças podem

estar no desempenho dos diferentes motores e restante cadeia cinemática em estudo, assim como pode estar relacionado com o comportamento dos motoristas durante a condução. As viaturas da categoria URB-D são uma excepção, tanto em litros de combustível consumido, como no predomínio de quilómetros percorridos na Linha B, visto estas viaturas terem o ano passado efectuado muito menos quilómetros do que as restantes devido a problemas mecânicos, pelo que não se consideram comparáveis com as demais. Para se obterem estes resultados foi analisada viatura por viatura, sendo que se podem consultar no Anexo F os resultados obtidos.

4.2.4 Viaturas adequadas ao tipo de linha

Conhecidos os componentes mais importantes da cadeia cinemática destas viaturas, tendo-se agrupado as mesmas por categorias, chega ao momento de se aconselhar quais serão os autocarros mais adequados para o tipo de linhas analisados (A e B), tendo em conta se se vai prestar serviço em hora de ponta ou não, que resulta em condições de circulação específicas, quer relativamente ao número de passageiros transportados, como ao nível de paragens efectuadas, não esquecendo o congestionamento de tráfego mais elevado.

Esta afectação adequada de autocarros ao tipo de linha é dependente de muitas variáveis, não sendo possível estabelecer um padrão completamente assertivo tendo em vista o objectivo da empresa, após implementação dos conhecimentos adquiridos neste projecto, que passa pela redução dos custos relacionados com o consumo de combustível. Esta abordagem só poderá ser considerada como a mais correcta após analisar, ao fim de um determinado tempo, se os consumos de combustível foram, efectivamente, reduzidos.

Aproveitando então as informações obtidas relativamente aos componentes da cadeia cinemática de todas as viaturas direccionadas para este serviço, pode-se sugerir, como regra geral, a seguinte metodologia de abordagem:

- Nos percursos em que a distância percorrida em subida seja mais acentuada e em que se efectuem mais paragens durante a viagem, devem-se utilizar viaturas que possuam um binário superior e de preferência que atinjam esse binário a rotações do motor mais baixas;
- Igualmente se devem utilizar viaturas com binário superior nas direcções onde o transporte de passageiros seja mais acentuado, especialmente se for combinado com um valor de altimetria superior. A zona de binário mais alto corresponde, regra geral, a um consumo específico de combustível inferior, pressupondo o correcto escalonamento da caixa de velocidades de modo que entre as passagens de caixa, mantenhamos o valor do binário próximo do seu máximo.
- Deve se ter em conta, nas situações específicas expostas anteriormente, que se devem utilizar viaturas que possuam uma tara inferior, para o efeito do peso não ser tão influente durante as secções do percurso mais exigentes.
- Relativamente aos elementos de transmissão, caixa de velocidades e diferencial, deve-se ter em conta que maiores relações de transmissão possibilitam atingir zonas de binário elevado mais rapidamente, o que também é um bom indicador para percursos mais exigentes a nível de altimetria, passageiros e paragens efectuadas.

Outra abordagem que pode ser feita, para se perceber qual a viatura mais adequada para este tipo de serviço, prende-se com os conceitos de binário e potência específicas.

$$\text{Binário específico} = \frac{\text{Binário máximo (N.m)}}{\text{Cilindrada do motor (dm}^3\text{)}}$$

$$\text{Potência específica} = \frac{\text{Potência máxima (Kw)}}{\text{Cilindrada do motor (dm}^3\text{)}}$$

Estes indicadores traduzem a relação entre o binário e a cilindrada do motor (N.m/litros) e a potência e a cilindrada do motor (Kw/litros), sendo que, normalmente, quanto mais altos são estes indicadores, menores são os consumos de combustível. Neste aspecto as viaturas URB-C e URB-H são as que se destacam mais e analisando os consumos registados durante o ano de 2010, verifica-se que estas viaturas são as que têm consumos mais moderados, excluindo a viaturas URB-B que têm esses consumos devido, presumivelmente, ao valor de potência absoluta ser baixa. Estes podem ser uns bons indicadores para a escolha adequada de viaturas, mas estamos sempre dependentes de muitos factores de ordem mecânica, que por vezes não podem ser comparadas devido à grande discrepância de idades, e consequentemente de tecnologias utilizadas, registadas entre viaturas.

4.3 Enumeração de boas práticas de comportamento dos Motoristas

O comportamento de um motorista durante a condução tem grande influência nos consumos de combustível da viatura que se encontra a operar, como se pode constatar da análise realizada neste âmbito, na secção 2. Nesse sentido, nesta secção pretendem-se enumerar algumas boas práticas que os motoristas devem adoptar durante a condução. Este aconselhamento pode ser prestado pela empresa aquando das acções de formação especificamente ministradas aos seus motoristas, normalmente recorrendo-se a uma entidade formadora externa. São sessões de formação intensivas em que é escolhido, de acordo com os dados e comportamentos registados ultimamente, um grupo normalmente pequeno de motoristas, para que haja o mínimo de dispersão durante as mesmas, tentando-se dessa forma maximizar o nível de aprendizagem obtido durante as sessões, resultando, à partida, em motoristas mais conscientes da influência directa que os seus comportamentos ao volante têm no aumento do consumo de combustível de uma viatura deste sector.

4.3.1 Resultados da análise ao comportamento dos Motoristas durante as viagens de caracterização das linhas

Como já foi referido, durante as viagens de autocarro realizadas pelo autor, com o objectivo de caracterizar as linhas A e B, foram analisados comportamentos dos motoristas relativamente a situações de aceleração e desaceleração, mais especificamente aquando do arranque de alguma situação em que a viatura estivesse imobilizada e ainda em situações que exigiram a paragem do autocarro, analisando se os motoristas adoptavam um comportamento mais defensivo ao se aproximarem do local previsto de paragem, ao efectuar, por exemplo, uma desaceleração progressiva da viatura e não uma travagem brusca, que para além de

afectar o conforto dos passageiros, contribui para um aumento do consumo de combustível. Na Tabela 15 está contemplada a informação relativa ao comportamento dos motoristas, a nível geral, ao longo das viagens, baseada na avaliação do autor.

Tabela 15 – Comportamento Motoristas analisados

Motorista	Valongo-Bolhão		Bolhão-Valongo		Valongo-Matosinhos		Matosinhos-Valongo	
	Ponta	Vazio	Ponta	Vazio	Ponta	Vazio	Ponta	Vazio
302					S/N			N/N
308						N/N	S/N	
357		S/N	S/N					
371	S/N			S/N				
417		S/S	N/N		S/S	B/N	N/N	S/S
436		S/S	N/S					
452		S/N	N/N					
459	S/S	N/N	N/B	S/N				
470						N/N	N/N	
473	S/S			S/S				
521		S/S	S/S					
535	S/S			S/S				
545					N/N			N/N
578					N/N			S/N
580						N/S	N/S	
584						S/S	N/N	
586					N/N			N/N
592	S/S			S/S				
771	S/S			S/S		N/N	S/N	
775					B/N			N/S

Na anterior tabela foi efectuado o registo comportamental dos motoristas durante a condução, em função da linha e da altura do dia em que estavam a ser analisados. A notação utilizada foi a seguinte:

Comportamento na desaceleração / Comportamento na aceleração
Suave (S) – Normal (N) – Brusco (B)

Esta informação poderá servir de apoio à empresa, no momento de escolher quais os motoristas indicados para efectuarem as, já referidas, acções de formação realizadas regularmente. De notar que no início das viagens os motoristas, talvez “intimidados” pela presença do autor, quando se encontrava a fazer levantamento de dados, tinham uma atitude mais defensiva durante a condução, mas ao longo da viagem e principalmente nos horários mais exigentes, acabavam por adoptar, presumivelmente, a sua postura “normal” do dia-a-dia.

4.3.2 Análise aos quilómetros percorridos pelos motoristas por viatura e possível influência no consumo de combustível

Ao ser efectuada uma análise aos consumos de combustível por viatura verificou-se que havia algumas discrepâncias, muito significativas em alguns casos, entre autocarros da mesma categoria. Um dos casos mais flagrantes, exposto na Figura 45, pertence às viaturas da categoria URB-A, em que duas delas apresentam consumos de combustível muito inferiores às restantes.

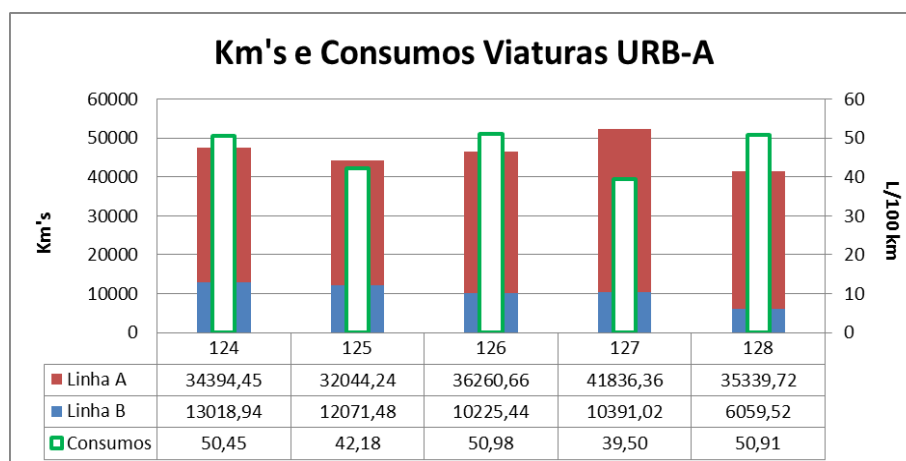


Figura 45 – Quilómetros percorridos e consumos de combustível viaturas URB-A 2010

Analisando a anterior figura constata-se que as viaturas 125 e 127 têm consumos muito inferiores às restantes da mesma categoria. Pode-se também observar que todas as viaturas percorrem, proporcionalmente, mais ou menos os mesmos quilómetros nas linhas A e B, logo este não é um factor diferenciador. No que diz respeito aos quilómetros percorridos em hora de ponta, analisando-se a Tabela 16, conclui-se que estas viaturas até percorrem, proporcionalmente, mais quilómetros em hora de ponta, embora não seja uma diferença muito significativa.

Tabela 16 – Quilómetros percorridos em hora de ponta viaturas URB-A

Período	Total	
Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
124	16188,00	34%
125	15716,32	36%
126	16031,89	34%
127	18554,85	36%
128	14379,80	35%

A tabela apresentada anteriormente é um resumo, sendo que os dados completos relativos a esta análise podem ser obtidos no Anexo F.

Decidiu-se então analisar quais os motoristas que mais influência têm nos quilómetros percorridos por viatura, podendo ser este o factor, em termos de comportamento durante a condução, diferenciador. Apenas um comportamento mais cauteloso durante a condução não pode explicar cerca de 10 l/100 km de diferença, podendo haver um factor de ordem mecânica, por exemplo, que a explique, mas com certeza que a atitude do motorista, nestes casos, tem grande importância. Foram então analisados quais os cinco motoristas que mais quilómetros percorreram, no ano de 2010, por viatura, sendo esta análise feita para todas as viaturas, de todas as categorias, sendo apresentado na Figura 46 os resultados relativos às viaturas 125 e 127, sendo que os restantes resultados estão apresentados no Anexo G.

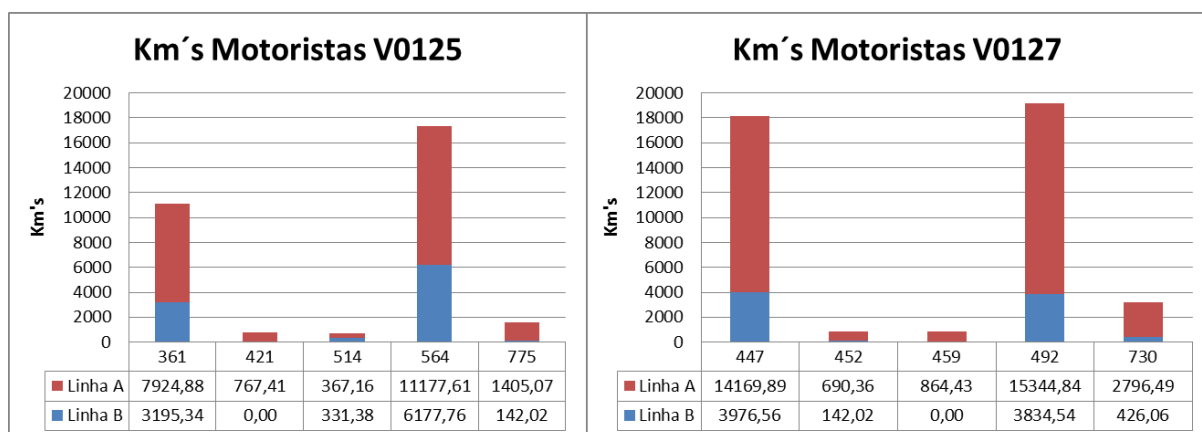


Figura 46 – Motoristas com mais influência nos quilómetros percorridos anualmente pelas viaturas 125 e 127

Observando a anterior figura facilmente se conclui que, para cada uma das viaturas, se destacam dois motoristas, em termos de quilómetros percorridos no ano de 2010, sendo que para a viatura 125 se destacam os motoristas 361 e 564 e para a viatura 127 têm maior preponderância os motoristas 447 e 492. Infelizmente em nenhuma das viagens efectuadas, para caracterização das linhas, foram analisados estes motoristas, para podermos ter termo de comparação, mas mesmo assim pode-se afirmar que estes motoristas devem ter comportamentos considerados adequados a esta função.

4.3.3 Comportamentos a adoptar para se obter consumo de combustível mais moderado

Nesta secção pretendem-se enumerar comportamentos relacionados com uma condução mais ecológica, adequados ao sector do transporte rodoviário de passageiros, que permita um melhor aproveitamento das características da viatura para poupar energia e proteger o ambiente.

- I. Antecipar as paragens para evitar travagens bruscas, reduzindo a velocidade se o trânsito estiver parado mais à frente. A condução agressiva, realizando-se manobras com o acelerador a fundo e travagens bruscas, pode originar um aumento de 20% no consumo de combustível, relativamente a uma condução suave. (Fonte: Goodyear, 2010)
- II. Cumprir os limites de velocidade, obtendo-se uma economia de combustível mais elevada e contribuindo-se, de igual forma, para um aumento da segurança rodoviária. (Fonte: emac, 2011)
- III. Para os veículos que possuem caixa de velocidade manual, utilizar, sempre que possível, mudanças mais altas que conseqüentemente originam rotações mais baixas do motor e, geralmente, menores consumos de combustível. (Fonte: IFDEC, 2011)

- IV. Evitar longos períodos com a viatura a funcionar ao ralenti, que equivale a um consumo de cerca de 2,5 l/h.
- V. Consumo Zero. Um sistema de injeção moderno debita apenas a quantidade de combustível que o condutor requiere. Na aproximação a um sinal vermelho ou uma descida tirar o pé do acelerador e deixar a energia acumulada da viatura manter o autocarro em movimento. Nesta situação o sistema corta totalmente a injeção de combustível e o consumo é zero! (Oliveira, L., 2010)
- VI. Manter as rotações do motor dentro da “faixa verde” sinalizada no taquímetro, que correspondem ao binário máximo produzido pelo motor e menor consumo de combustível. (Zahnd, G., 2005)
- VII. No início do serviço o carregamento de ar deve ser efectuado de forma moderada, evitando-se o carregamento do sistema de ar com a viatura a funcionar ao ralenti. (Pinho, J., 2011)
- VIII. Nas viagens em vazio, durante as recolhas, deve-se efectuar a mesma condução moderada que se efectua com passageiros. (Pinho, J., 2011)
- IX. Estabilizar a velocidade. Constantes variações de velocidade só levam a um maior consumo, aumento de emissões poluentes e desconforto, pelo que se deve escolher uma velocidade constante, sempre que possível, de acordo com as condições do percurso e da viatura, aceitando-se alguma perda de velocidade nas subidas não forçando o motor. (Oliveira, L., 2010)
- X. Utilizar o ar condicionado de forma ponderada, já que a utilização deste componente pode aumentar até 10% o consumo de combustível.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Nesta secção são apresentadas, inicialmente, as principais conclusões obtidas a partir do projecto desenvolvido e por fim serão apresentadas perspectivas de trabalho futuro, que visam uma melhoria contínua do serviço prestado pela empresa, no âmbito deste projecto.

5.1 Balanço do trabalho realizado

A redução de custos relacionados com o consumo de combustível, para uma empresa que opera no sector do transporte rodoviário de passageiros, torna-se um factor essencial na procura constante de um desenvolvimento cada vez mais sustentável.

Assim sendo, este trabalho incidiu, principalmente, no desenvolvimento de conhecimentos e metodologias de abordagem que permitam à empresa obter um modelo de eficiência energética optimizado para a sua estrutura organizacional, adequando correctamente os recursos disponíveis, de forma a potenciar o seu crescimento económico.

Os objectivos propostos para este projecto foram alcançados, dividindo-se em três fases principais de abordagem:

- Caracterização das Linhas Valpi Bus;
- Definição das Características Técnicas adequadas das Viaturas;
- Enumeração de boas práticas de comportamento dos Motoristas.

Na primeira fase, e após adquiridos conhecimentos que revelam quais as características intrínsecas às linhas que mais afectam o consumo de combustível, foram caracterizadas cinco linhas disponibilizadas pela empresa, incidindo com especial atenção nas Linhas A e B, completamente urbanas, de acordo com a sua topografia, número médio de paragens e paradas efectuadas, velocidades médias praticadas, número médio de passageiros, entre outras características evidenciadas no relatório, de acordo com altura do dia em que se circula, hora de “ponta” ou não, procedendo-se para o efeito à recolha de dados “no terreno” através de viagens de autocarro nas linhas seleccionadas para análise.

Seguidamente foram caracterizadas as viaturas afectas ao serviço prestado nas linhas A e B, que pela sua especificidade são as maiores consumidoras de combustível, dividindo-se as mesmas por categorias, fazendo-se uma análise da cadeia cinemática (motor, caixa de velocidades e diferencial) bem como de outras características que importam conhecer, registando-se todas estas informações na *Ficha de Caracterização de Veículo*, que servirá de base para se proceder a uma afectação mais adequada deste recurso, aconselhando-se quais serão os autocarros, de acordo com as suas características, mais indicados para o tipo de linha em questão.

Por fim foi abordada a questão comportamental dos motoristas, que de acordo com as suas atitudes durante a prática da condução, pode influenciar significativamente o aumento do consumo de combustível da viatura, tendo-se analisado *in loco* os comportamentos de alguns motoristas, tendo sido registados esses dados, que poderão servir de base para uma escolha mais assertiva relativamente às sessões de formação disponibilizadas regularmente pela empresa, quer em termos dos principais temas a serem abordados bem como relativamente a quais os motoristas que deverão ter uma atenção especial nessas sessões. Em complemento foram analisados quais os motoristas que mais influência tiveram, em termos de quilómetros

percorridos, nos totais das viaturas, durante o ano de 2010, tentando-se perceber de que forma os diferentes hábitos de condução de cada motorista podem influenciar diferenças bastante significativas de consumo de combustível registadas para viaturas exactamente com as mesmas características. Por fim foram enumerados alguns hábitos comportamentais que os motoristas devem adoptar, para que, à partida, se obtenha uma redução do consumo de combustível.

Todos estes conhecimentos obtidos fazem com que a empresa se torne mais eficiente na forma como explora a rede de serviços, utiliza as viaturas e contribui para a formação mais assertiva dos motoristas, tendo assim maiores possibilidades de continuar o seu crescimento, mesmo em tempos de crise acentuada.

5.2 Perspectivas de trabalho futuro

Como perspectivas de trabalho futuro pode-se aconselhar o alargamento da análise efectuada, que incidiu em cinco linhas, mas principalmente nas linhas A e B e respectivos recursos afectos a este serviço, como viaturas e motoristas, a outras linhas, permitindo que a Valpi Bus efectue uma abordagem mais estruturada e sustentada na prestação dos diversos serviços que caracterizam uma empresa deste sector, originando custos operacionais cada vez mais reduzidos.

Os dados obtidos na caracterização das linhas podem possibilitar à empresa no futuro, aquando da renovação natural da frota de autocarros, uma incursão no mercado mais incisiva que possibilite a escolha da viatura certa para o serviço em causa, vendo assim reduzida a sua margem de erro.

Este tipo de abordagem pode igualmente ser aproveitada para outros sectores dos transportes que dependam da mesma fonte de energia enunciada, com as respectivas adaptações necessárias, de acordo com a tipologia do transporte em questão.

Referências

amp (2011), “Assegurar a sustentabilidade energética e ambiental”, último acesso: Junho 2011, <http://www.amp.pt/gca/?id=98>

Andrei, P. (2001), “Real world heavy-duty vehicle emissions modeling”. Master’s Thesis, West Virginia University, Morgantown

Coelho, C. (2007), “Pacote Clima”, último acesso: Junho 2011, <http://www.carloscoelho.eu/dossiers/clima/ver.asp?submenu=20&pf=3&subpf=25>

Emac (2011), “eco-práticas”, último acesso: Junho 2011, http://www.emac-em.pt/artigo.aspx?lang=pt&id_object=2497&name=Eco-conducao

Energias de Portugal, EDP (2009), “Protocolo de Quioto”, último acesso: Junho 2011, <http://www.edp.pt/pt/sustentabilidade/ambiente/alteracoesclimaticas/saibamais/Pages/ProtocolodeQuioto.aspx>

Frey, H.C., Roupail, N.M., Zhai, H., Farias, T.L., Gonçalves, G.A. (2007), “Comparing real-world fuel consumption for diesel- and hydrogen-fueled transit buses and implication for emissions”

Goodyear (2010), “Sugestões de condução para poupança de combustível”, último acesso: Junho 2011, http://www.goodyear.eu/po_pt/tire-advice/safe-driving/driving-tips/fuel-saving-tips.jsp

IFDEC (2011), “Condução Eficiente”, último acesso: Junho 2011, http://web1.ifdec.org.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=62#CE2

López, A. (1967), “Potência, binário motor e rendimentos de motores”, Edições CETOP, Sintra

Martins, Jorge (2005), “Motores de Combustão Interna”, Publindústria

Oliveira, L. (2010), “Projecto Eco Safe Drive”. Relatório de Estágio Galp202020, Instituto Superior Técnico, Lisboa

Pinho, J. (2011), “Projecto Gisfrot”. Relatório de Estágio Galp202020, Instituto Superior Técnico, Lisboa

Portal do Ambiente (2011), “Evolução das Emissões e outros efeitos”, último acesso: Junho 2011,
<http://portaldoambiente.apambiente.pt:8080/maissobre/transportes/evolucaoemissoes/Paginas/default.aspx>

Rodrigues, J., Amaral, L., Martins, N. (2010), “Desenvolvimento de uma ferramenta de diagnóstico à performance energética de autocarros – *Software SSCAT*”. Relatório Concurso Galp202020, Universidade de Aveiro, 4ª Edição

Smart Move, Bus & Coach (2011), “Autocarros para uma mobilidade ainda mais limpa”, último acesso: Junho de 2011, <http://www.busandcoach.travel/pt/ecologicos/>

Transportes em Revista (2009), “Passageiros & Mobilidade”, último acesso: Junho 2011,
<http://www.transportesemrevista.com/Default.aspx?tabid=210&language=pt-PT&id=2695>

Transporte Moderno (2011), “Choque de gestão no transporte rodoviário”, último acesso: Junho 2011,
http://www.revistatechnibus.com.br/destaque_princ/index.php?cod=60&edicao=4&revista=9

Volvo Buses (2011), “Chassis”, último acesso: Junho 2011,
<http://www.volvobuses.com/bus/global/en-gb/products/City%20buses/Chassis/Pages/chassis.aspx>

Zahnd, G. (2005), “A Condução *Econômica*”, Manual de instruções técnicas fundamentais, astm

ZF (2011), “Ecomat: Tecnologia de Sistemas de Transmissão para Autocarros”, último acesso: Junho 2011,
http://www.zf.com/eu/content/pt/iberia/corporate_iberia/products_services_iberia/product_overview_iberia/buses_iberia/ecomat_coach_iberia.html

Zhai, H., Frey, H.C., Roupail, N.M. (2006), “Speed and facility-specific emissions estimates for transit buses based on measured speed profiles”. In: “Proceedings of the Annual Meeting of the Air & Waste Management Association, New Orleans, Paper No. 195.

ANEXO A: Ficha de Caracterização da Linha



Ficha de Caracterização da Linha Nº Data: Hora Escala: ->

Origem: Destino: ID Veículo:

Nome Motorista: Nº ID: AC (S/N):

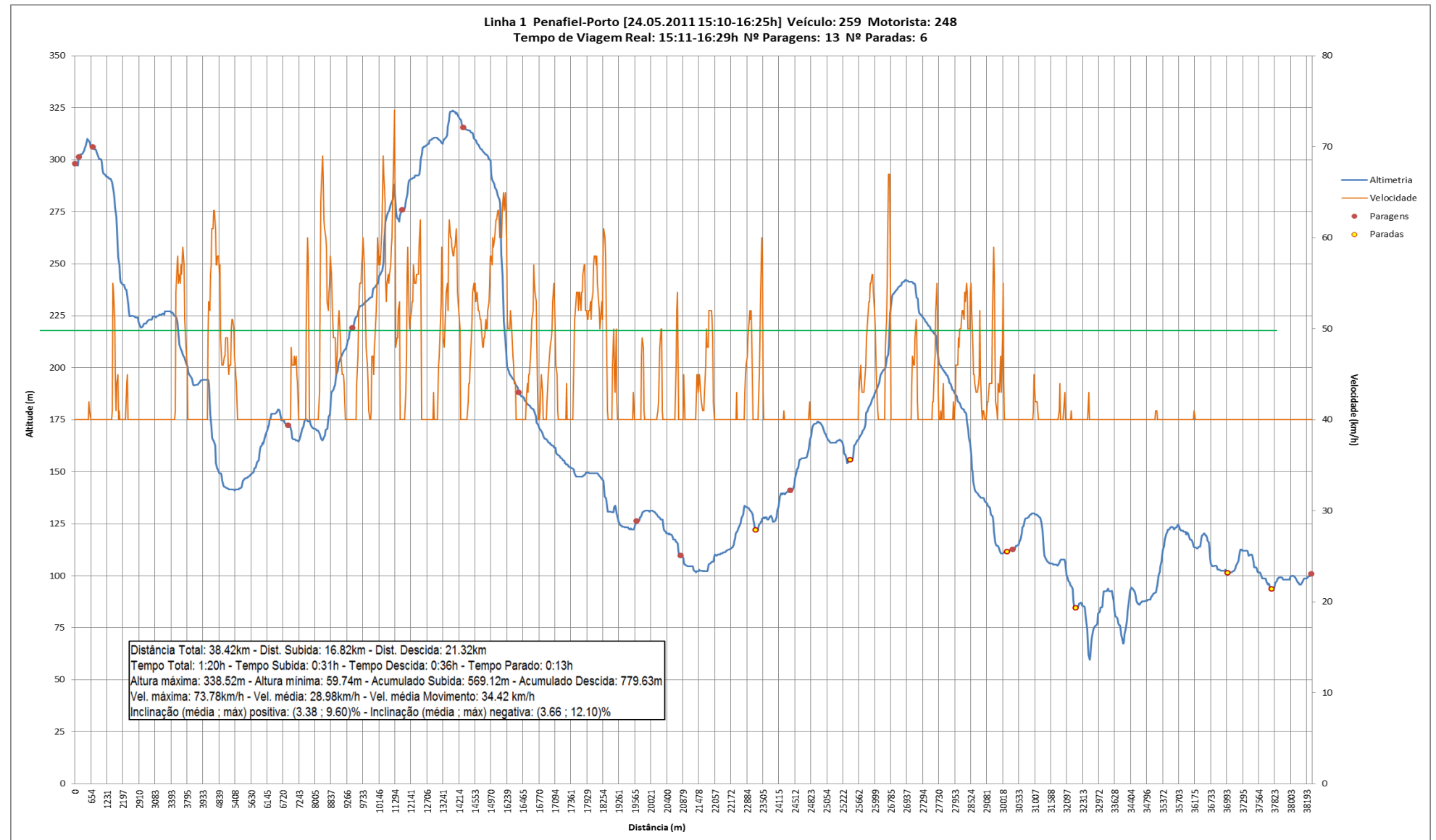
Ocorrência	Tipo	Tempo (min)*	Km (0,000)*	Inclinação (+/-)	Possível Alterar Paragem? (S/N)	Comportamento Chegada - Travagem (Suave/Normal/Brusca)	Comportamento Arranque (Suave/Normal/Brusco)	Número de Passageiros
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								

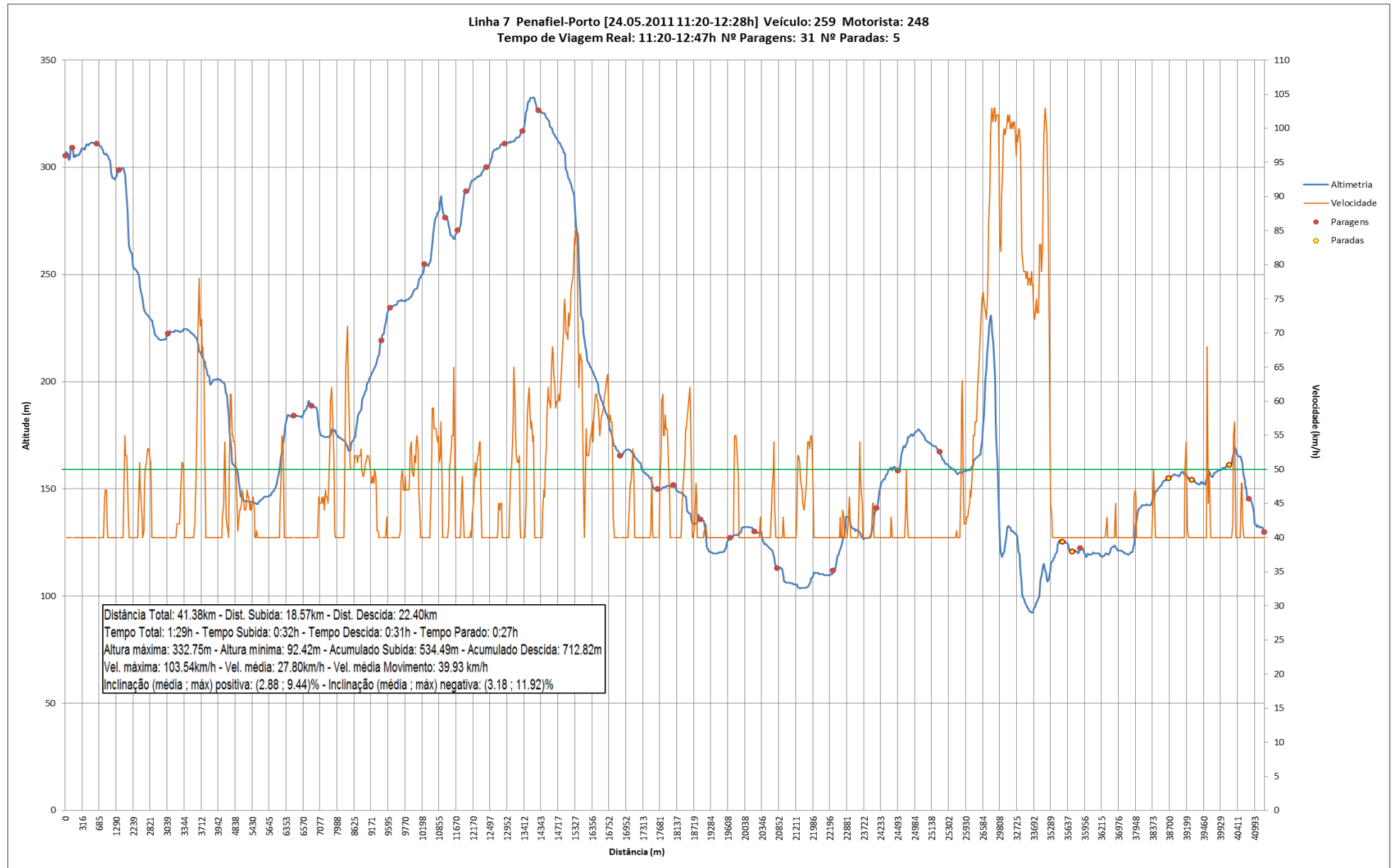
ANEXO B: Dados de todas as viagens efectuadas para caracterização das Linhas A e B

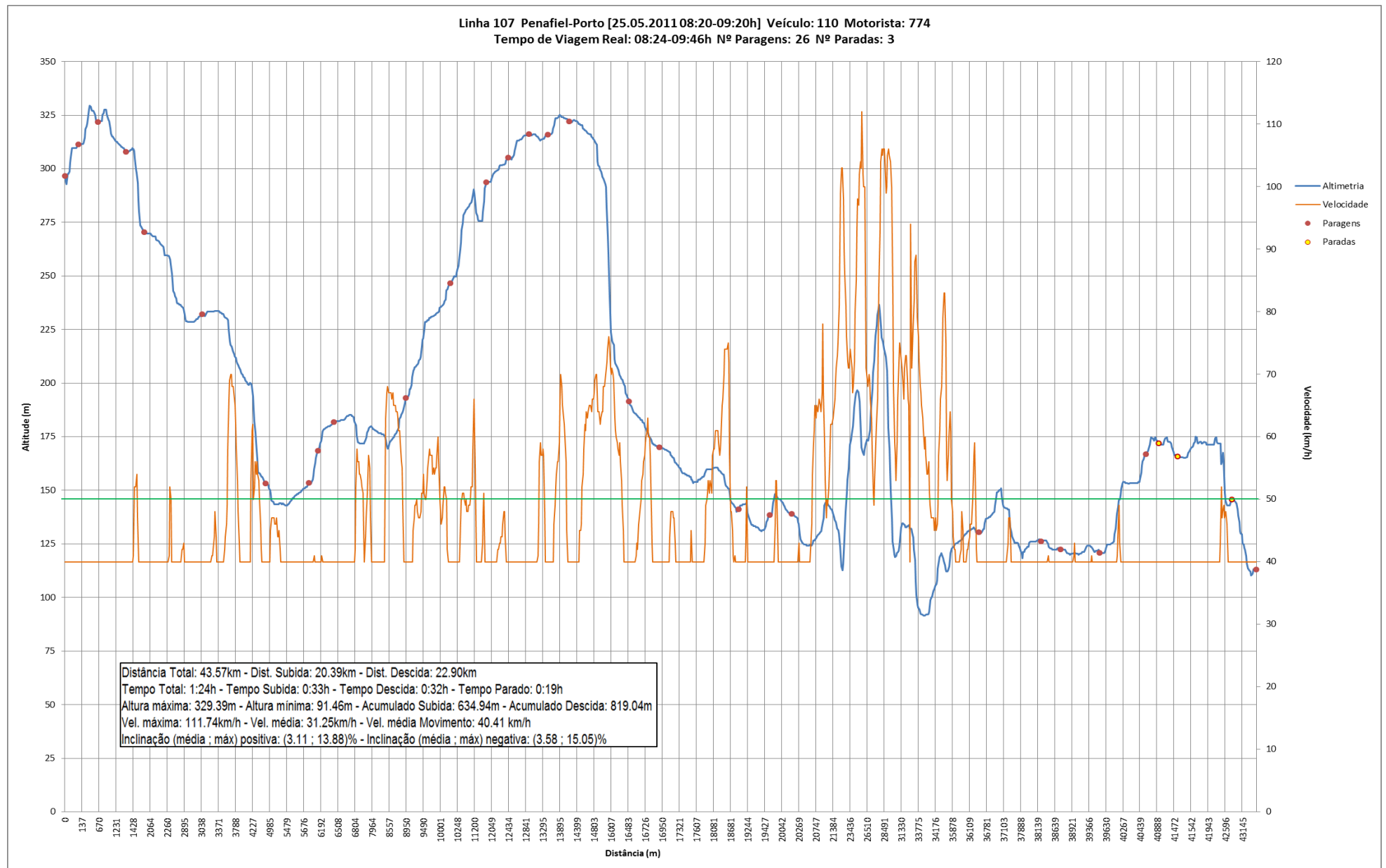
Linha	Sentido	Hora	Horário	Veículo	Categoria	Data	Motorista	Capacidade Passageiros	Condições Climáticas	Tempo de Viagem Teórico (h)	Tempo de Viagem Real (h)	Diferença (h)	Tempo Parado (h)	Velocidade Média (km/h)	Velocidade Média Movimento (km/h)	Nº Paragens Efectuadas	Nº Paradas
B	Val-Mat	Ponta	Manhã	125	A	31-03-2011	775	72	Bom Tempo	01:03	01:15	00:12	00:16	19,72	25,03	57	9
B	Val-Mat	Ponta	Manhã	221	B	06-04-2011	302	72	Tempo Encoberto	01:03	01:19	00:16	00:23	18,10	25,59	58	9
B	Val-Mat	Ponta	Manhã	216	E	01-04-2011	586	84	Bom Tempo	01:03	01:13	00:10	00:22	19,57	28,25	55	6
B	Val-Mat	Ponta	Manhã	246	F	07-04-2011	578	87	Bom Tempo	01:03	01:09	00:06	00:19	20,72	28,01	53	12
B	Val-Mat	Ponta	Manhã	251	G	04-04-2011	417	85	Bom Tempo	01:03	01:09	00:06	00:20	20,52	28,92	50	11
B	Val-Mat	Ponta	Manhã	255	H	08-04-2011	545	85	Bom Tempo	01:03	01:12	00:09	00:10*	19,07*	21,96*	57	10
B	Mat-Val	Vazio	Manhã	125	A	31-03-2011	775	72	Bom Tempo	01:03	01:04	00:01	00:13	23,42	29,59	46	6
B	Mat-Val	Vazio	Manhã	221	B	06-04-2011	302	72	Tempo Encoberto	01:03	01:12	00:09	00:23	20,51	30,15	53	3
B	Mat-Val	Vazio	Manhã	216	E	01-04-2011	586	84	Bom Tempo	01:03	01:08	00:05	00:20	21,62	30,89	45	9
B	Mat-Val	Vazio	Manhã	246	F	07-04-2011	578	87	Bom Tempo	01:03	01:09	00:06	00:22	21,26	31,32	40	8
B	Mat-Val	Vazio	Manhã	251	G	04-04-2011	417	85	Bom Tempo	01:03	01:03	00:00	00:16	23,36	31,16	43	11
B	Mat-Val	Vazio	Manhã	255	H	08-04-2011	545	85	Bom Tempo	01:03	01:07	00:04	00:10*	21,06*	24,6*	53	8
B	Val-Mat	Vazio	Tarde	125	A	01-04-2011	771	72	Bom Tempo	01:03	01:05	00:02	00:18	21,92	30,26	37	8
B	Val-Mat	Vazio	Tarde	221	B	06-04-2011	308	72	Bom Tempo	01:03	01:07	00:04	00:19	21,37	29,70	47	4
B	Val-Mat	Vazio	Tarde	216	E	31-03-2011	580	84	Bom Tempo	01:03	01:09	00:06	00:15	20,51	26,16	44	6
B	Val-Mat	Vazio	Tarde	246	F	07-04-2011	584	87	Bom Tempo	01:03	01:08	00:05	00:18	20,83	28,02	48	5
B	Val-Mat	Vazio	Tarde	251	G	30-03-2011	417	85	Tempo Chuvoso	01:03	01:15	00:12	00:23	19,12	27,74	45	6
B	Val-Mat	Vazio	Tarde	255	H	08-04-2011	470	85	Bom Tempo	01:03	01:05	00:02	00:08*	21,29*	24,10*	42	6
B	Mat-Val	Ponta	Tarde	125	A	01-04-2011	771	72	Bom Tempo	01:03	01:28	00:25	00:32	16,94	26,59	55	11
B	Mat-Val	Ponta	Tarde	221	B	06-04-2011	308	72	Tempo Encoberto	01:03	01:22	00:19	00:27	18,19	27,28	58	10
B	Mat-Val	Ponta	Tarde	216	E	31-03-2011	580	84	Bom Tempo	01:03	01:23	00:20	00:25	17,84	25,61	57	9
B	Mat-Val	Ponta	Tarde	246	F	07-04-2011	584	87	Bom Tempo	01:03	01:16	00:13	00:28	19,41	30,86	46	7
B	Mat-Val	Ponta	Tarde	251	G	30-03-2011	417	85	Tempo Chuvoso	01:03	01:05	00:02	00:16	22,55	29,84	39	5
B	Mat-Val	Ponta	Tarde	255	H	08-04-2011	470	85	Bom Tempo	01:03	01:07	00:04	00:08*	20,96*	23,70*	51	4
A	Val-Bol	Ponta	Manhã	125	A	13-04-2011	771	72	Bom Tempo	00:51	00:49	00:02	00:04*	17,44*	18,78*	37	8
A	Val-Bol	Ponta	Manhã	129	C	05-04-2011	459	81	Bom Tempo	00:52	00:53	00:01	00:17	16,81	24,93	40	9
A	Val-Bol	Ponta	Manhã	215	E	14-04-2011	371	84	Bom Tempo	00:51	00:49	00:02	00:15	18,21	26,50	39	7
A	Val-Bol	Ponta	Manhã	247	F	12-04-2011	592	87	Bom Tempo	00:52	00:52	00:00	00:03*	15,87*	16,91*	36	8
A	Val-Bol	Ponta	Manhã	251	G	15-04-2011	473	85	Bom Tempo	00:51	00:46	00:05	*	*	*	42	4
A	Val-Bol	Ponta	Manhã	257	I	11-04-2011	535	89	Bom Tempo	00:51	00:50	00:01	00:04*	17,20*	18,71*	41	7
A	Bol-Val	Vazio	Manhã	125	A	13-04-2011	771	72	Bom Tempo	00:51	00:45	00:06	00:02*	19,57*	20,34*	23	4
A	Bol-Val	Vazio	Manhã	129	C	05-04-2011	459	81	Bom Tempo	00:51	00:46	00:05	00:12	19,75	26,38	33	5
A	Bol-Val	Vazio	Manhã	215	E	14-04-2011	371	84	Bom Tempo	00:51	00:55	00:04	*	*	*	34	5
A	Bol-Val	Vazio	Manhã	247	F	12-04-2011	592	87	Bom Tempo	00:51	00:46	00:05	00:02*	18,75*	19,42*	34	4
A	Bol-Val	Vazio	Manhã	251	G	15-04-2011	473	85	Bom Tempo	00:51	00:43	00:08	00:09	21,39	26,84	30	5
A	Bol-Val	Vazio	Manhã	257	I	11-04-2011	535	89	Bom Tempo	00:51	00:38	00:13	00:04*	21,90*	24,16*	24	3
A	Val-Bol	Vazio	Tarde	125	A	14-04-2011	459	72	Bom Tempo	00:46	00:48	00:02	00:11	19,02	24,72	38	4
A	Val-Bol	Vazio	Tarde	129	C	05-04-2011	452	81	Bom Tempo	00:46	00:47	00:01	00:14	18,88	27,15	34	7
A	Val-Bol	Vazio	Tarde	215	E	11-04-2011	357	84	Bom Tempo	00:46	00:44	00:02	00:05*	19,54*	22,08*	34	5
A	Val-Bol	Vazio	Tarde	247	F	12-04-2011	436	87	Bom Tempo	00:48	00:49	00:01	00:03*	17,68*	18,92*	35	3
A	Val-Bol	Vazio	Tarde	251	G	15-04-2011	417	85	Bom Tempo	00:46	00:43	00:03	00:08	20,69	25,52	20	5
A	Val-Bol	Vazio	Tarde	257	I	13-04-2011	521	89	Bom Tempo	00:46	00:49	00:03	00:14	18,27	25,49	37	3
A	Bol-Val	Ponta	Tarde	125	A	14-04-2011	459	72	Bom Tempo	00:51	00:46	00:05	00:12	20,07	27,25	40	5
A	Bol-Val	Ponta	Tarde	129	C	05-04-2011	452	81	Bom Tempo	00:51	00:47	00:04	00:11	20,19	26,26	42	2
A	Bol-Val	Ponta	Tarde	215	E	11-04-2011	357	84	Bom Tempo	00:51	00:52	00:01	00:09*	15,98*	19,45*	39	7
A	Bol-Val	Ponta	Tarde	247	F	12-04-2011	436	87	Bom Tempo	00:51	00:45	00:06	00:05*	19,25*	21,57*	31	3
A	Bol-Val	Ponta	Tarde	251	G	15-04-2011	417	85	Bom Tempo	00:51	00:46	00:05	00:12	19,63	26,83	36	4
A	Bol-Val	Ponta	Tarde	257	I	13-04-2011	521	89	Bom Tempo	00:51	00:55	00:04	00:18	16,65	24,79	37	6

(*) Dados marcados com este sinal não foram considerados para a caracterização das linhas visto terem sido obtidos a partir de um ficheiro considerado “não válido”, extraído do sistema GPS utilizado.

ANEXO C: Gráficos obtidos para as Linhas 1, 7 e 107







ANEXO D: Lista de Viaturas Urbanas divididas pela sua categoria

Categoria	Nº	Nome	Marca	Modelo	Data Fabrico	Lotação em Pé	Lotação Sentada	Lotação	Tara [kg]	Peso Bruto [kg]	Quadro	Cilindrada [cm3]	Potência [cv]	Caixa Velocidades	Motor	Rodado	Modelo Carroçaria
A	V0124	20-64-HT	MERCE	O405	30-12-1996	27	45	72	11967	18000	WEB61201111084661	11967	250	ZF 5 HP500	MB OM 447 HLA II/1	11R22.5	ATOMIC O405
	V0125	20-66-HT	MERCE	O405	30-12-1996	27	45	72	11967	18000	WEB61201111084665	11967	250	ZF 5 HP500	MB OM 447 HLA II/1	11R22.5	ATOMIC O405
	V0126	20-68-HT	MERCE	O405	30-12-1996	27	45	72	11967	18000	WEB61201111084662	11967	250	ZF 5 HP500	MB OM 447 HLA II/1	11R22.5	ATOMIC O405
	V0127	20-69-HT	MERCE	O405	30-12-1996	27	45	72	11967	18000	WEB61201111084664	11967	250	ZF 5 HP500	MB OM 447 HLA II/1	11R22.5	ATOMIC O405
	V0128	20-70-HT	MERCE	O405	30-12-1996	27	45	72	11967	18000	WEB61201111084666	11967	250	ZF 5 HP500	MB OM 447 HLA II/1	11R22.5	ATOMIC O405
B	V0221	14-13-GA	MERCE	O405	04-12-1995	27	45	72	11945	18000	WDB35700111081333	11967	210	ZF 5 HP500	MB OM 447 H.I./2	11R22.5	ATOMIC O405
	V0222	86-62-GB	MERCE	O405	21-12-1995	27	45	72	11945	18000	WDB35700111081334	11967	210	ZF 5 HP500	MB OM 447 H.I./2	11R22.5	ATOMIC O405
	V0223	86-63-GB	MERCE	O405	21-12-1995	27	45	72	11945	18000	WDB35700111081345	11967	210	ZF 5 HP500	MB OM 447 H.I./2	11R22.5	ATOMIC O405
	V0224	86-64-GB	MERCE	O405	21-12-1995	27	45	72	11945	18000	WDB35700111081700	11967	210	ZF 5 HP500	MB OM 447 H.I./2	11R22.5	ATOMIC O405
	V0225	03-00-GC	MERCE	O405	22-12-1995	27	45	72	11945	18000	WDB35700111081346	11967	210	ZF 5 HP500	MB OM 447 H.I./2	11R22.5	ATOMIC O405
	V0226	02-99-GC	MERCE	O405	22-12-1995	27	45	72	11945	18000	WDB35700111081335	11967	210	ZF 5 HP500	MB OM 447 H.I./2	11R22.5	ATOMIC O405
C	V0129	94-92-QS	MAN	18.220	12-12-2000	43	38	81	10795	17900	WMAA69ZZZYH000489	6871	220	Voith D 854.3 E	MAN D0826 LOH19	275/70R225	CAMUS
	V0131	94-94-QS	MAN	18.220	12-12-2000	43	38	81	10795	17900	WMAA69ZZZYH000495	6871	220	Voith D 854.3 E	MAN D0826 LOH19	275/70R225	CAMUS
D	V0137	80-JO-73	MERCE	OC500LE	10-03-2000	76	28	104	11295	18500	VS9628000Y4172092	6370	280	ZF 5 HP502 C	MB OM 906 HLA	275/70R225	CITARO
	V0138	80-JO-74	MERCE	OC500LE	10-03-2000	76	28	104	11295	18500	VS9628000Y4172093	6370	280	ZF 5 HP502 C	MB OM 906 HLA	275/70R225	CITARO
	V0139	80-JO-75	MERCE	OC500LE	10-03-2000	76	28	104	11295	18500	VS9628000Y4172091	6370	280	ZF 5 HP502 C	MB OM 906 HLA	275/70R225	CITARO
E	V0213	55-88-NX	SCANI	L94UB	02-08-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001834947	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
	V0214	55-89-NX	SCANI	L94UB	02-08-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001835180	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
	V0215	87-74-NZ	SCANI	L94UB	13-08-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001835182	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
	V0216	25-79-OC	SCANI	L94UB	06-09-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001835186	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
	V0217	87-82-OC	SCANI	L94UB	13-09-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001835196	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
	V0218	87-83-OC	SCANI	L94UB	13-09-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001835193	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
	V0219	87-84-OC	SCANI	L94UB	13-09-1999	50	34	84	10595	19000	YS4L4X20001835200	8974	220	ZF 4 HP500	SCANI DSC 9-11	295/80R225	ALLEGRO
F	V0245	57-80-TQ	MAN	18.310	12-06-2002	40	47	87	11850	18200	WMAA69ZZZ2H002421	11967	310	ZF ECOMAT1 5 HP592 C	MAN D2866 LUH24	275/70R225	ATOMIC UR2000
	V0246	57-81-TQ	MAN	18.310	12-06-2002	40	47	87	11850	18200	WMAA69ZZZ2H002422	11967	310	ZF ECOMAT1 5 HP592 C	MAN D2866 LUH24	275/70R225	ATOMIC UR2000
	V0247	57-82-TQ	MAN	18.310	12-06-2002	40	47	87	11850	18200	WMAA69ZZZ2H002420	11967	310	ZF ECOMAT1 5 HP592 C	MAN D2866 LUH24	275/70R225	ATOMIC UR2000
G	V0250	26-62-XO	MAN	18.310	08-06-2004	52	33	85	11930	18200	WMAA69ZZZ84H003134	11967	310	ZF ECOMAT1 5 HP592 C	MAN D2866 LUH24	275/70R225	VIALE
	V0251	26-63-XO	MAN	18.310	08-06-2004	52	33	85	11930	18200	WMAA69ZZZ44H003132	11967	310	ZF ECOMAT1 5 HP592 C	MAN D2866 LUH24	275/70R225	VIALE
H	V0255	53-63-ZX	MAN	18.280	11-05-2005	40	45	85	11370	18000	WMAA69ZZZ95C005800	6871	280	ZF 6 HP502	MAN D0836 LOH 02-E3	275/70R225	ATOMIC UR2000
	V0256	53-64-ZX	MAN	18.280	11-05-2005	40	45	85	11370	18000	WMAA69ZZZ95C005801	6871	280	ZF 6 HP502	MAN D0836 LOH 02-E3	275/70R225	ATOMIC UR2000
I	V0252	04-26-ZJ	MERCE	OC500LE	03-01-2005	50	39	89	11940	18500	WEB 634220 11 000010	11980	250	ZF ECOMAT2 6 HP502 C	MB OM457 HLA-E3	275/70R225	ATOMIC UR2000
	V0253	04-27-ZJ	MERCE	OC500LE	03-01-2005	50	39	89	11940	18500	WEB 634220 11 000011	11980	250	ZF ECOMAT2 6 HP502 C	MB OM457 HLA-E3	275/70R225	ATOMIC UR2000
	V0257	04-28-ZJ	MERCE	OC500LE	03-01-2005	50	39	89	11940	18500	WEB 634220 11 000012	11980	250	ZF ECOMAT2 6 HP502 C	MB OM 457 HLA-E3	275/70R225	ATOMIC UR2000

ANEXO E: Fichas de Caracterização de Viaturas Urbanas



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-A

MARCA/MODELO: MERCEDES/O405

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 5

ID VEÍCULOS: V0124-V0125-V0126-V0127-V0128

DATA FABRICO: DEZ-1996

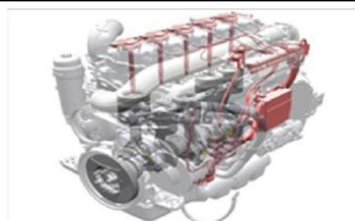
LOTAÇÃO: 72 (27 PÉ + 45 SENTADOS)

TARA: 11967 Kg

RODADO: 11R22.5

MODELO CARROÇARIA: ATOMIC O405

AR CONDICIONADO: NÃO



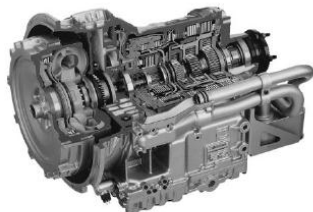
MOTOR

DESIGNAÇÃO: MB OM 447 HLA II/1

CILINDRADA: 11967 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 184 KW=250 cv (@ 1900 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 950 N.m (@ 1350 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF 5 HP 500

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 5

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 / R: 4.82)

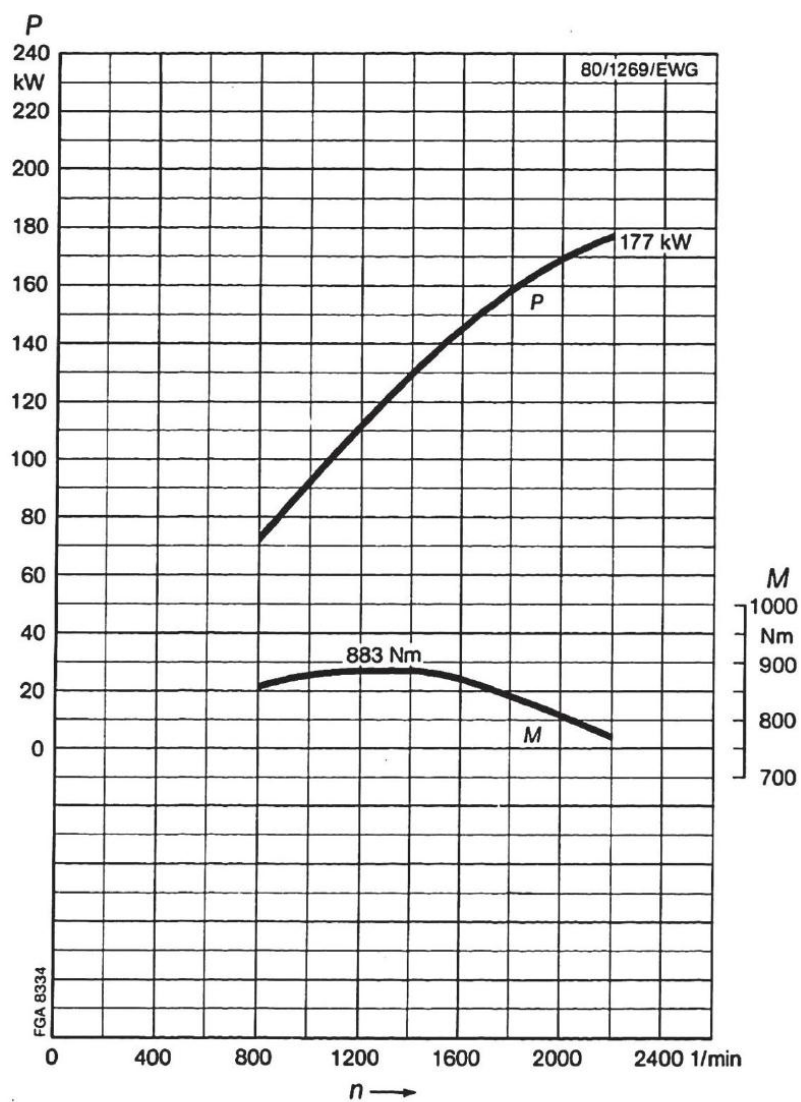


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 1.370:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: 3.966:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 5.435:1



OM 447 h - ejecuciones 906/907/908

28 - 01.1 - 010/12



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-B

MARCA/MODELO: MERCEDES/O405

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 6

ID VEÍCULOS: V0221-V0222-V0223-V0224-V0225-V0226

DATA FABRICO: DEZ-1995

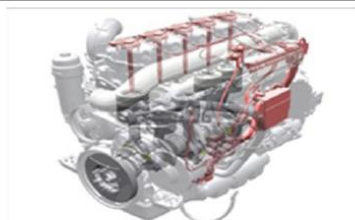
LOTAÇÃO: 72 (27 PÉ + 45 SENTADOS)

TARA: 11945 Kg

RODADO: 11R22.5

MODELO CARROÇARIA: ATOMIC O405

AR CONDICIONADO: NÃO



MOTOR

DESIGNAÇÃO: MB OM 447 H.I/2

CILINDRADA: 11967 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 157 KW≈210 cv (@ 2200 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 800 N.m (@ 1350 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF 5 HP 500

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 5

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 / R: 4.82)

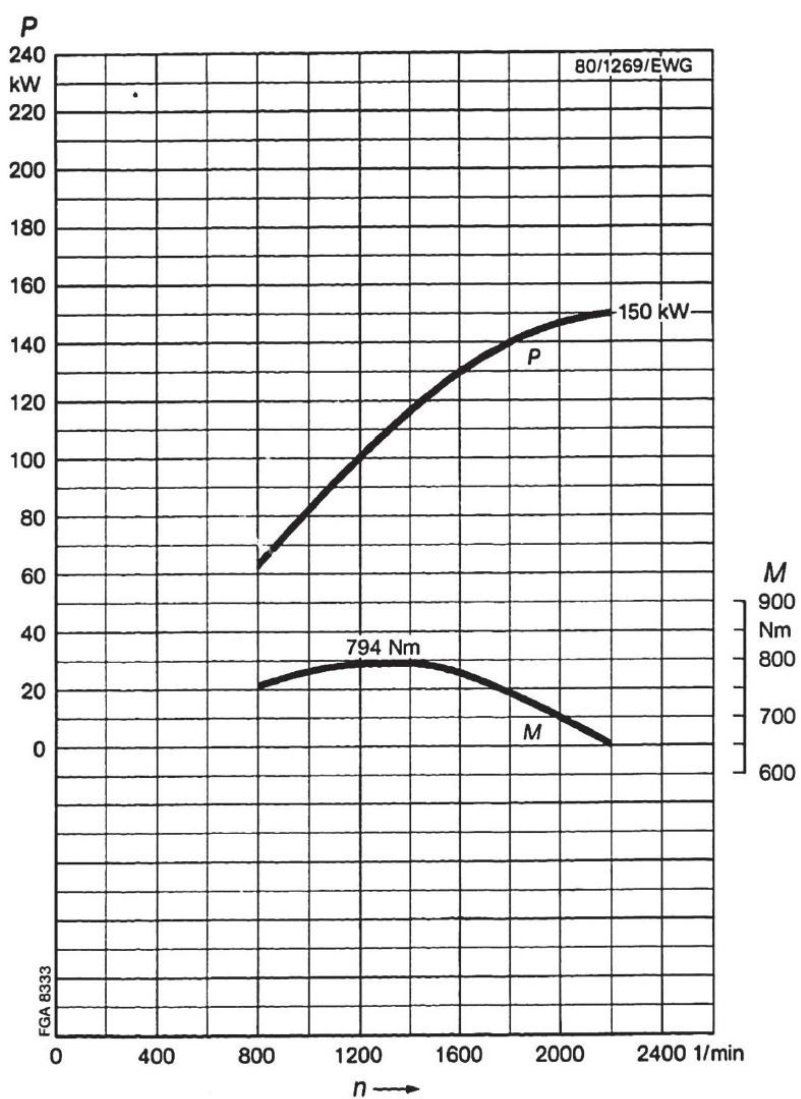


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 1.370:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: 3.947:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 5.409:1



OM 447 h - ejecución 905

28-01.1-010/11



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-C

MARCA/MODELO: MAN/18.220

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 2

ID VEÍCULOS: V0129-V0131

DATA FABRICO: DEZ-2000

LOTAÇÃO: 81 (43 PÉ + 38 SENTADOS)

TARA: 10795 Kg

RODADO: 275/70R225

MODELO CARROÇARIA: CAMUS

AR CONDICIONADO: SIM (HISPACOLD)



MOTOR

DESIGNAÇÃO: MAN D0826 LOH19

CILINDRADA: 6871 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 162 KW≈220 cv (@2400 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 825 N.m (@1400 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: VOITH D 854.3E

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 4

RAZÕES TRANSMISSÃO: (5.90 ; 1.43 ; 1.00 ; 0.70 / R:4.70)

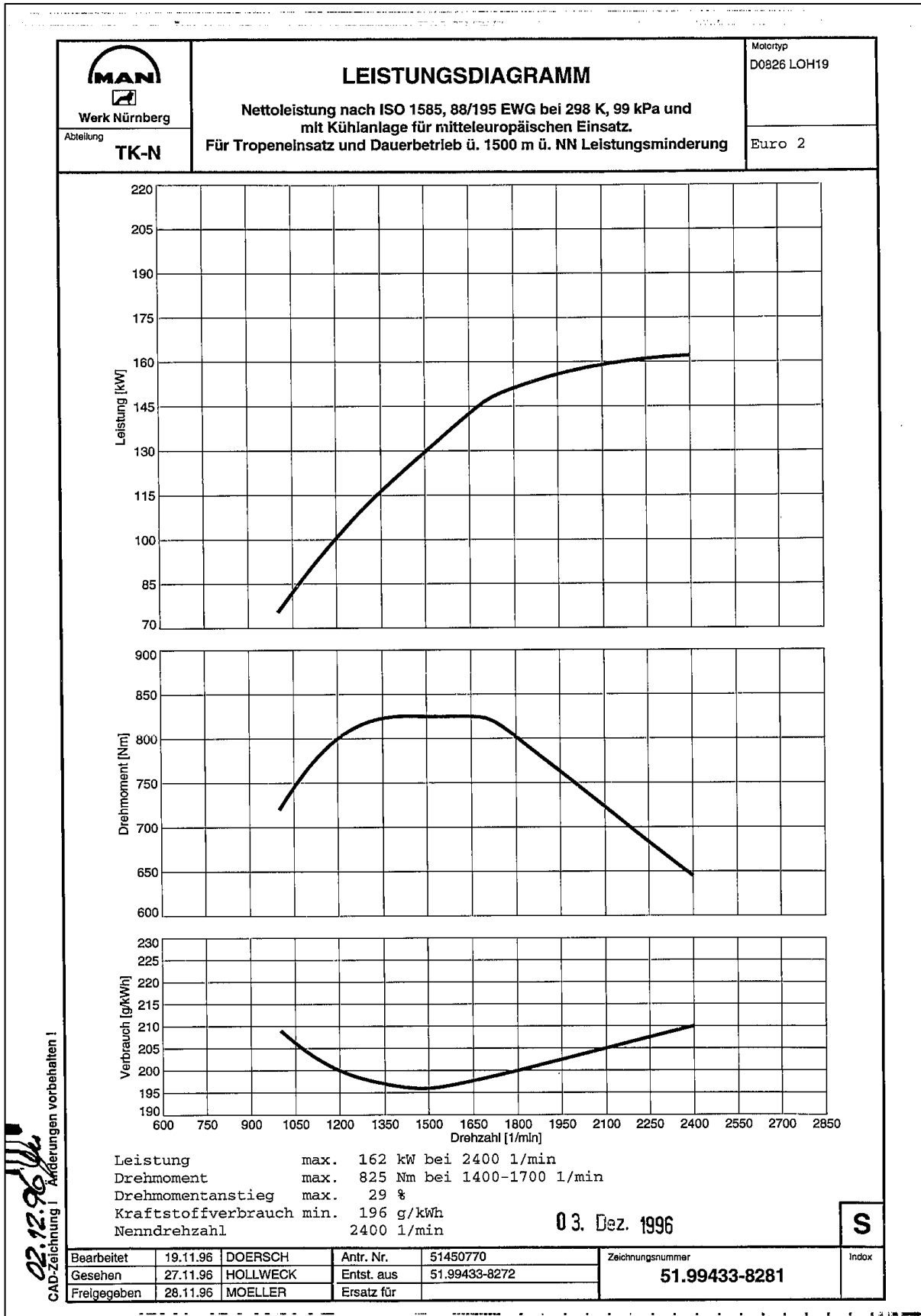


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 1.368:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: 3.480:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 4.760:1





FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-D

MARCA/MODELO: MERCEDES/OC 500 LE

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 3

ID VEÍCULOS: V0137-V0138-V0139

DATA FABRICO: MAR-2000

LOTAÇÃO: 104 (76 PÉ + 28 SENTADOS)

TARA: 11295 Kg

RODADO: 275/70R225

MODELO CARROÇARIA: CITARO

AR CONDICIONADO: NÃO



MOTOR

DESIGNAÇÃO: MB OM 906 HLA

CILINDRADA: 6370 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 205 KW≈280 cv (@ 2200 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 1120 N.m (@ 1200 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF 5 HP 502 C

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 5

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 / R:4.84)

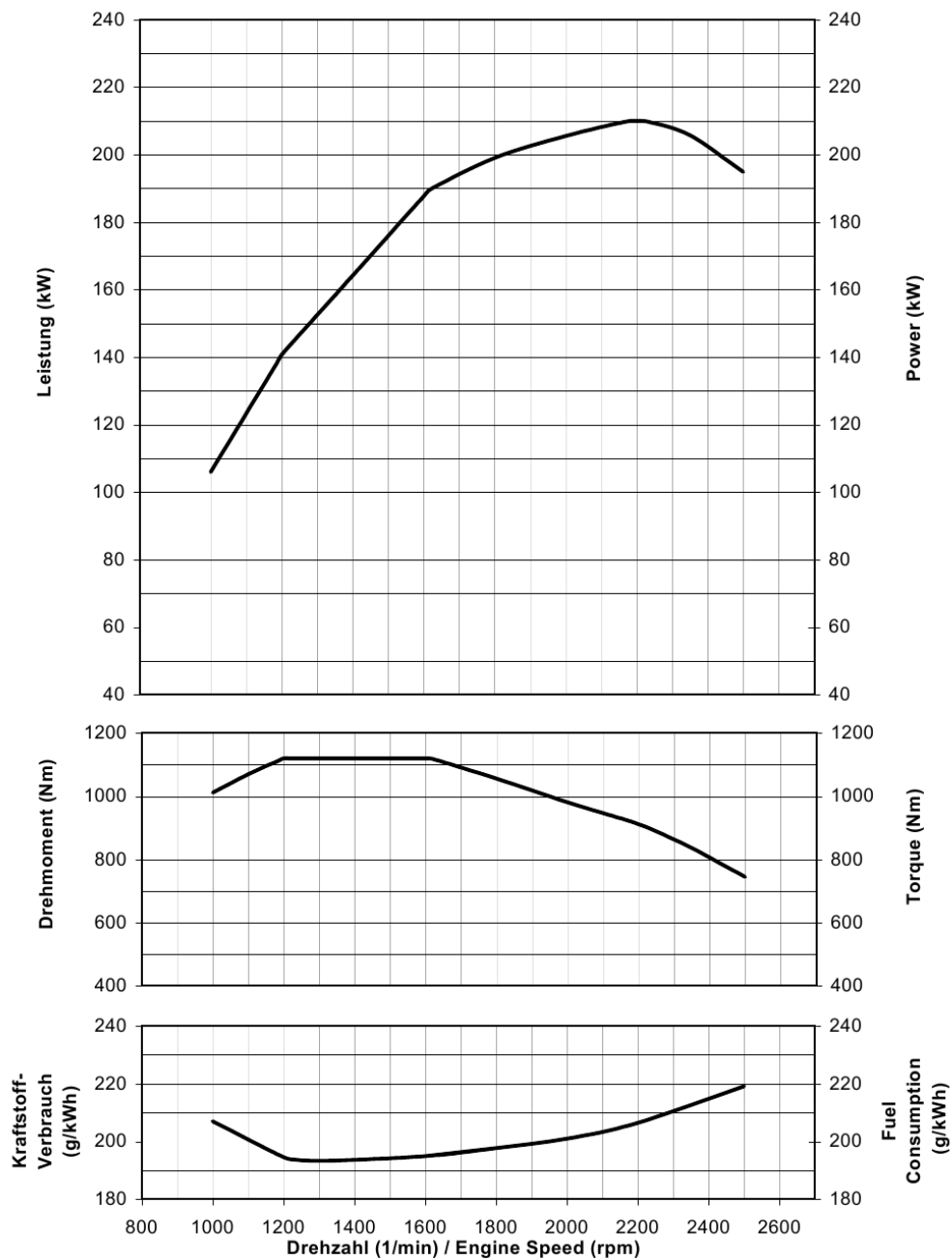


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): NÃO DISPONÍVEL

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: NÃO DISPONÍVEL

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 6.210:1



$P_{\max}$ 210 kW bei 2200/min, 80/1269/EWG

M_{dmax} 1120 Nm bei 1200 bis 1600/min, $M_{\text{dÜ}} = 23\%$

Stationäre Vollastkurven

$P_{\max}$ 210 kW at 2200 rpm, 80/1269/EEC

$L_{\max}$ 1120 Nm at 1200 to 1600 rpm, $L_i = 23\%$

Stationary full load curves

Leistung, Drehmoment

OM 906 hLA, EURO 5

Power, Torque

OM 906 hLA, EURO 5

100 00 526

02.10.2007

DaimlerChrysler AG, Abt./Dept.: TGP/ECR, HPC: 019 / D 503, D – 70546 Stuttgart / Germany



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-E

MARCA/MODELO: SCANIA/L94UB

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 7

ID VEÍCULOS: V0213-V0214-V0215-V0216-V0217-V0218-V0219

DATA FABRICO: AGO/SET-1999

LOTAÇÃO: 84 (50 PÉ + 34 SENTADOS)

TARA: 10595 Kg

RODADO: 295/80R225

MODELO CARROÇARIA: ALLEGRO

AR CONDICIONADO: NÃO



MOTOR

DESIGNAÇÃO: SCANIA DSC 911

CILINDRADA: 8974 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 162 KW=220 cv (@2000 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 1005 N.m (@1350 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF 4 HP500

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 4

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 / R: 4.84)

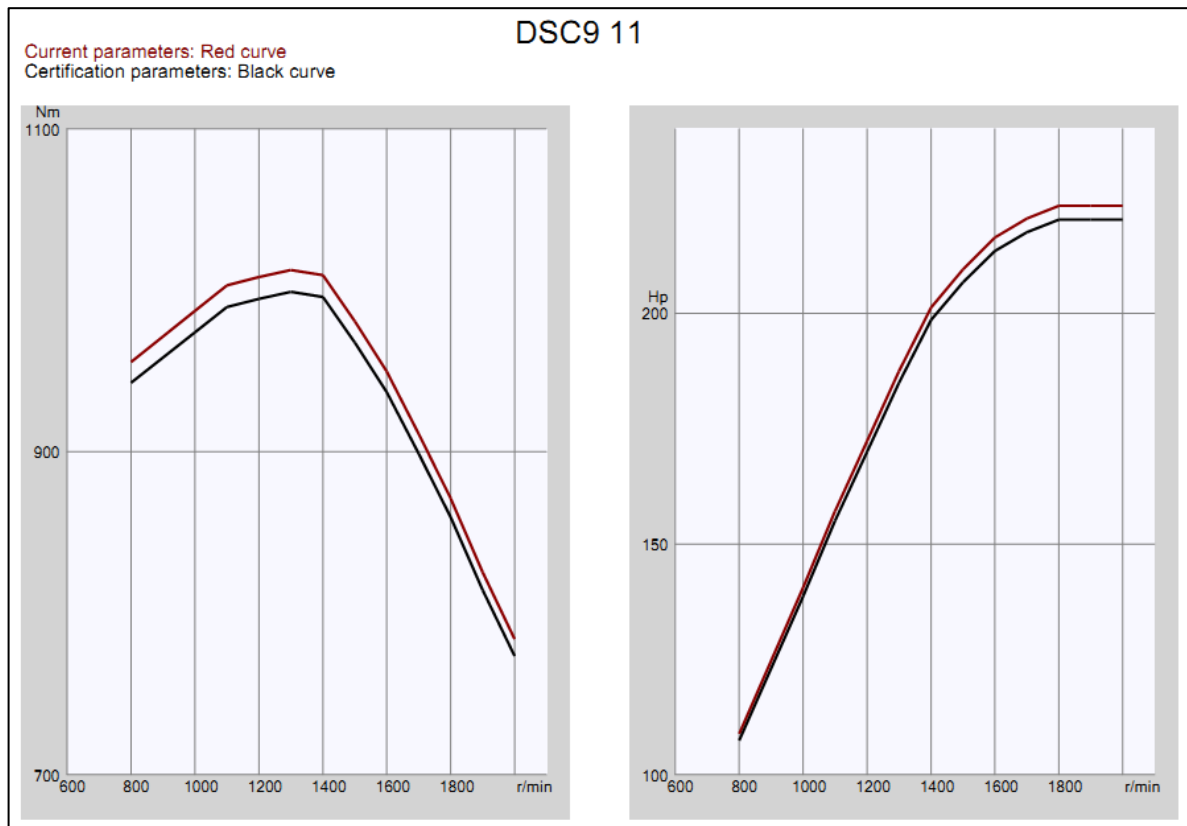


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 4.220:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: NÃO SE APLICA

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 4.220:1



Consumo específico de combustível

6. Detailed results of measureme (visco fan)															
6.1. Engine performance															
Engine speed (min ⁻¹)	2049	1999	1949	1899	1799	1699	1599	1499	1399	1349	1299	1199	1099	999	949
Engine test results	Specific fuel consumption [g/kWh]	237.0	232.0	228.0	223.0	216.0	210.0	205.0	201.0	198.0	198.0	198.0	198.0	199.0	201.0
	Torque [Nm]	748.1	774.4	794.7	817.0	865.3	901.8	941.0	971.8	1002.3	1010.1	1003.5	989.9	978.4	945.2
	Power [kW]	160.5	162.1	162.2	162.5	163.0	160.4	157.6	152.5	146.8	142.7	136.5	124.3	112.6	93.9
	Correction factor	0.999	0.999	0.997	0.996	0.998	0.999	0.999	0.997	0.997	0.998	0.999	0.999	0.997	0.995
Corrected brake power [kW]		160.4	161.9	161.7	161.9	162.7	160.3	157.3	152.1	146.3	142.5	136.4	124.1	112.3	93.5
Corrected fuel consumption (*)		237.0	232.0	229.0	224.0	216.0	210.0	206.0	202.0	199.0	198.0	198.0	198.0	200.0	202.0
Corrected torque [Nm]		747.6	773.5	792.3	814.1	863.7	900.9	939.7	969.0	998.9	1008.4	1002.7	988.7	975.4	940.7
Power to be added for auxiliary equipment fitted on engine in excess of Table 1 (see Appendix 1, section 8 and Appendix 2, section 8)	Nr.1														
	Nr.2														
	Nr.3														
Power to be subtracted when fan not fitted (see Table 1, note 5)		1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
Net power [kW]		159.4	161.0	160.8	161.0	161.9	159.5	156.5	151.4	145.6	141.9	135.8	123.5	111.8	93.1
Net torque [Nm]		743.0	769.0	788.0	810.0	859.0	896.0	935.0	964.0	994.0	1004.0	998.0	984.0	971.0	937.0
BACH-36-80/1269-016/95															
(*) Applicable to compression-ignition engines only.															



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-F

MARCA/MODELO: MAN/18.310

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 3

ID VEÍCULOS: V0245-V0246-V0247

DATA FABRICO: JUN-2002

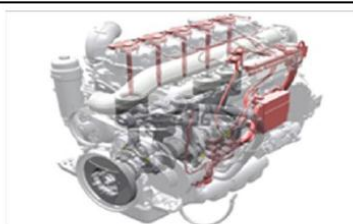
LOTAÇÃO: 87 (40 PÉ + 47 SENTADOS)

TARA: 11850 Kg

RODADO: 275/70R225

MODELO CARROÇARIA: ATOMIC UR2000

AR CONDICIONADO: NÃO



MOTOR

DESIGNAÇÃO: MAN D2866 LUH24

CILINDRADA: 11967 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 228 KW≈310 cv (@1900 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 1400 N.m (@1000-1300 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF 5 HP 592C

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 5

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 / R: 4.84)



DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 1.369:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: 3.947:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 5.402:1



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-G

MARCA/MODELO: MAN/18.310

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 2

ID VEÍCULOS: V0250-V0251

DATA FABRICO: JUN-2004

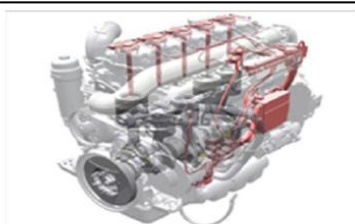
LOTAÇÃO: 85 (52 PÉ + 33 SENTADOS)

TARA: 11930 Kg

RODADO: 275/70R225

MODELO CARROÇARIA: VIALE

AR CONDICIONADO: NÃO



MOTOR

DESIGNAÇÃO: MAN D2866 LUH24

CILINDRADA: 11967 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 228 KW≈310 cv (@1900 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 1400 N.m (@1000-1300 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF ECOMAT1 5 HP 592C

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 5

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 / R: 4.84)

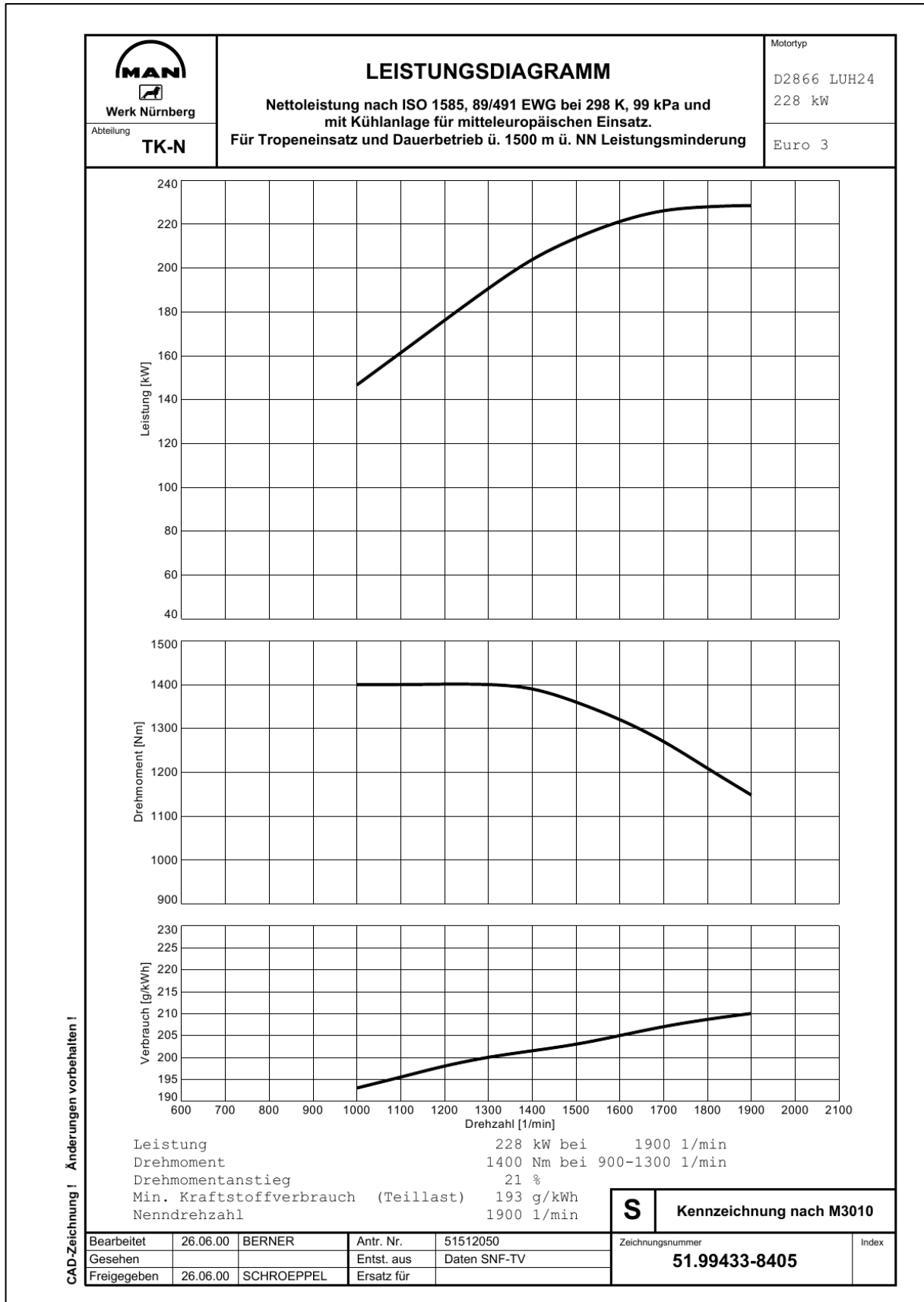


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 1.370:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: 3.947:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 5.407:1



CAD-Zeichnung ! Änderungen vorbehalten !



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-H

MARCA/MODELO: MAN/18.310

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 2

ID VEÍCULOS: V0255-V0256

DATA FABRICO: MAI-2005

LOTAÇÃO: 85 (40 PÉ + 45 SENTADOS)

TARA: 11370 Kg

RODADO: 275/70R225

MODELO CARROÇARIA: ATOMIC UR2000

AR CONDICIONADO: SIM (CARRIER)



MOTOR

DESIGNAÇÃO: MAN D0836 LOH02-E3

CILINDRADA: 6871 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 205 KW=280 cv (@2400 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 1100 N.m (@1400-1700 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF ECOMAT2 6 HP 502C

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 6

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 ; 0.59 / R: 4.84)

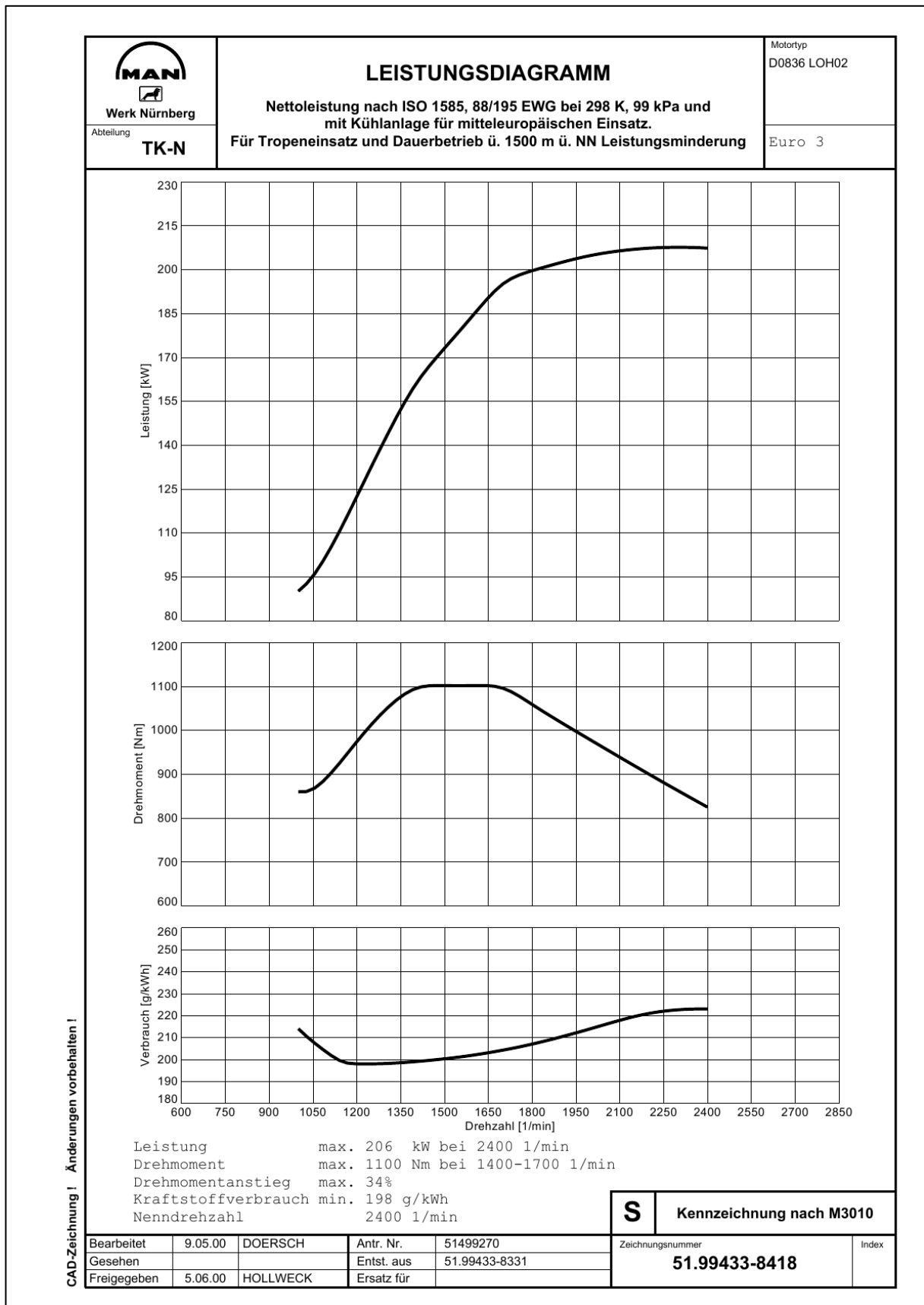


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): 1.500:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: 3.947:1

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 5.921:1



CAD-Zeichnung ! Änderungen vorbehalten !



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULO

Informação sobre Dados Gerais e Cadeia Cinemática



DADOS GERAIS

TIPO: URBANO

CATEGORIA: URB-I

MARCA/MODELO: MERCEDES/OC500 LE

Nº VEÍCULOS CATEGORIA: 3

ID VEÍCULOS: V0252-V0253-V0257

DATA FABRICO: JAN-2005

LOTAÇÃO: 89 (50 PÉ + 39 SENTADOS)

TARA: 11940 Kg

RODADO: 275/70R225

MODELO CARROÇARIA: ATOMIC UR2000

AR CONDICIONADO: SIM (CARRIER)



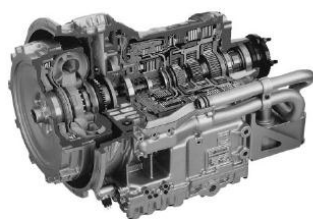
MOTOR

DESIGNAÇÃO: MB OM 457 HLA-E3

CILINDRADA: 11980 cm³

POTÊNCIA MÁXIMA: 185 KW=250 cv (@ 2000 rpm)

BINÁRIO MÁXIMO: 1100 N.m (@ 1100 rpm)



CAIXA DE VELOCIDADES

DESIGNAÇÃO: ZF ECOMAT2 6HP502

TIPO: AUTOMÁTICA

Nº VELOCIDADES: 6

RAZÕES TRANSMISSÃO: (3.43 ; 2.01 ; 1.42 ; 1.00 ; 0.83 ; 0.59 / R: 4.84)

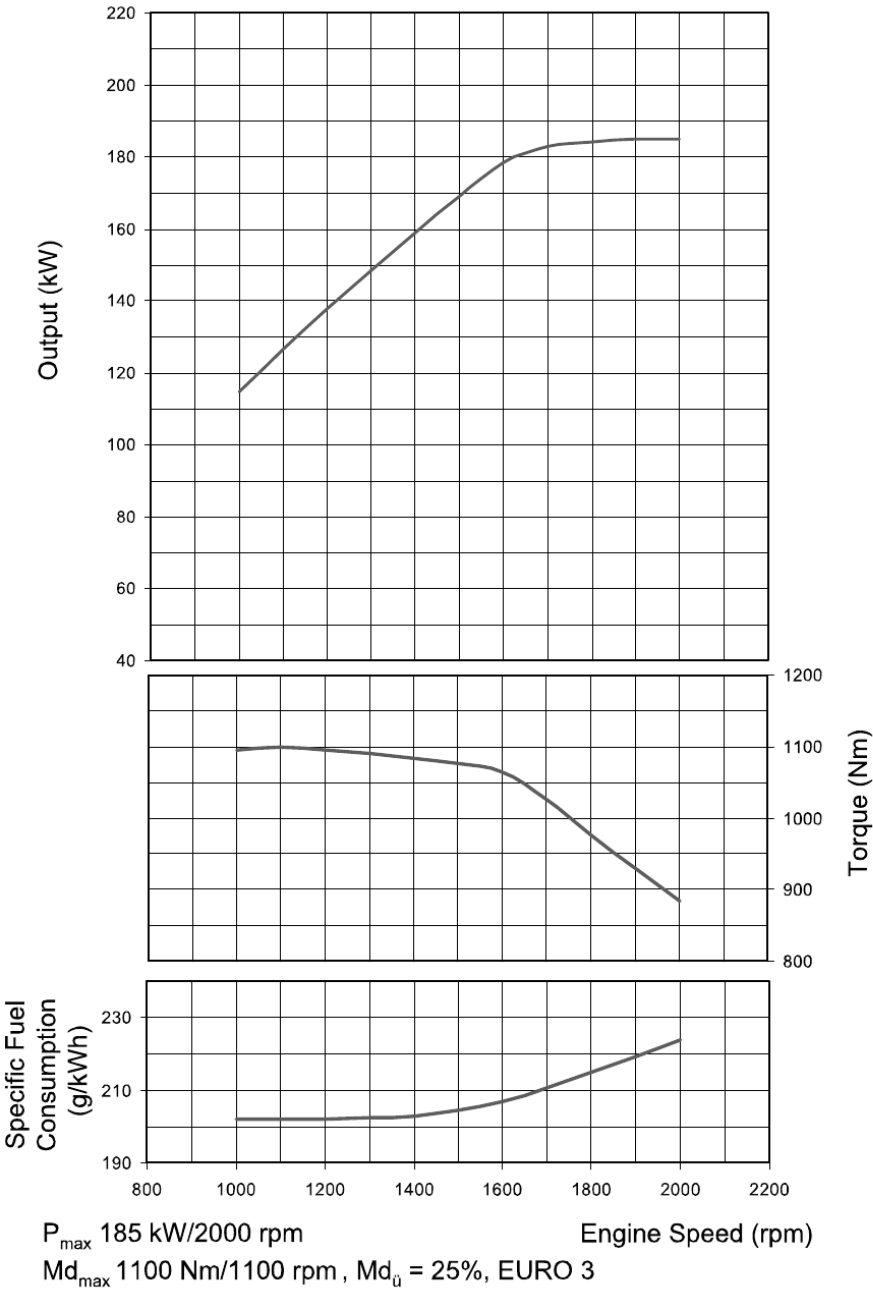


DIFERENCIAL

RAPPORT (RAZÃO TRANSMISSÃO): NÃO DISPONÍVEL

RAZÃO DE TRANSMISSÃO CUBO: NÃO DISPONÍVEL

RAZÃO DE TRANSMISSÃO TOTAL: 5.875:1



DaimlerChrysler AG
DaimlerChrysler Powersystems
019 / C 205, Dept.: PBE/MHS
D - 70546 Stuttgart

02/15/2002

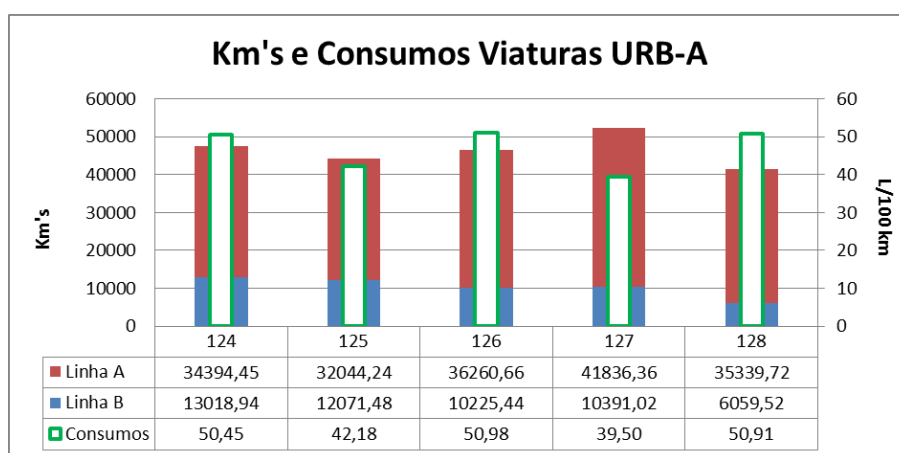
Engine Performance Curve
OM 457 hLA

100 05 105

ANEXO F: Quilómetros percorridos por linha e horário. Consumo combustível por viatura

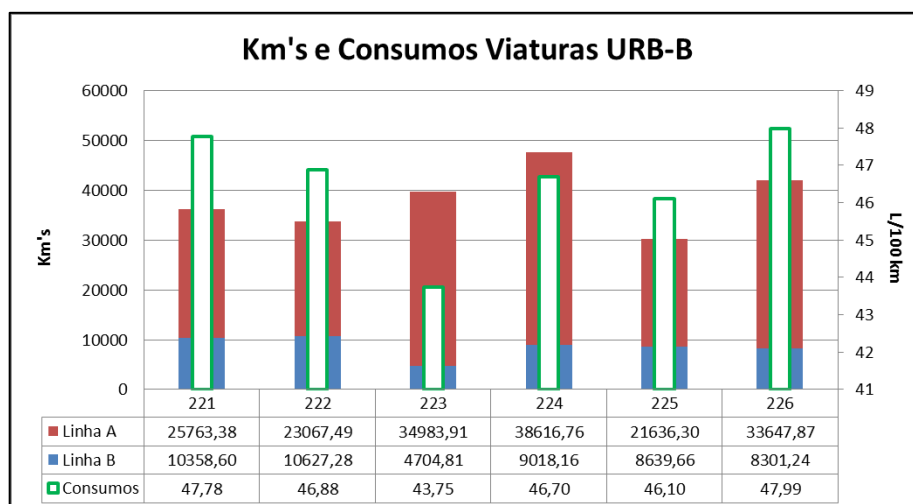
URB-A

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
124	2200,98	28%	5560,97	72%	7761,95	16%	2130,30	25%	6295,75	75%	8426,05	18%	16188,00	34%
125	2342,56	31%	5221,08	69%	7563,64	17%	2012,06	25%	6140,62	75%	8152,68	18%	15716,32	36%
126	1822,70	22%	6574,93	78%	8397,63	18%	2060,06	27%	5574,20	73%	7634,26	16%	16031,89	34%
127	2011,62	22%	7005,75	78%	9017,37	17%	1798,70	19%	7738,78	81%	9537,48	18%	18554,85	36%
128	993,04	15%	5845,22	85%	6838,26	17%	1372,64	18%	6168,90	82%	7541,54	18%	14379,80	35%



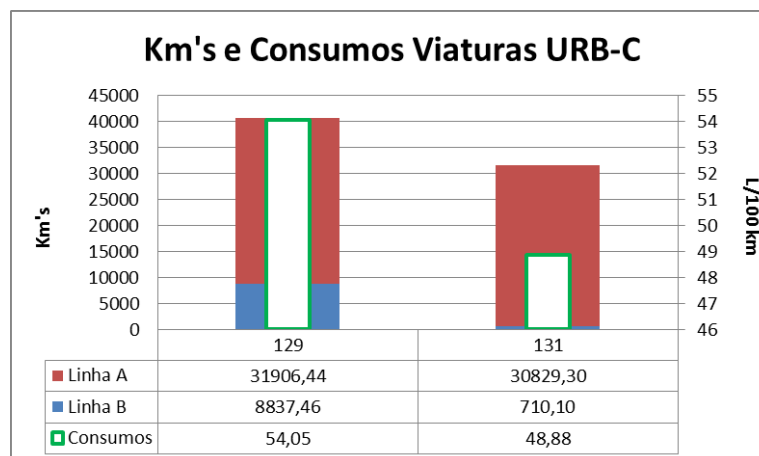
URB-B

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
221	1798,48	27%	4768,14	73%	6566,62	18%	2059,62	33%	4260,67	67%	6320,29	17%	12886,91	36%
222	2130,30	50%	2152,61	50%	4282,91	13%	2012,06	37%	3402,37	63%	5414,43	16%	9697,34	29%
223	828,12	18%	3705,96	82%	4534,08	11%	852,34	15%	4877,08	85%	5729,42	14%	10263,50	26%
224	1822,04	23%	5993,28	77%	7815,32	16%	1514,88	17%	7185,53	83%	8700,41	18%	16515,73	35%
225	1419,76	26%	4092,06	74%	5511,82	18%	1373,08	26%	3836,70	74%	5209,78	17%	10721,60	35%
226	1420,20	19%	6251,29	81%	7671,49	18%	1515,10	22%	5465,05	78%	6980,15	17%	14651,64	35%



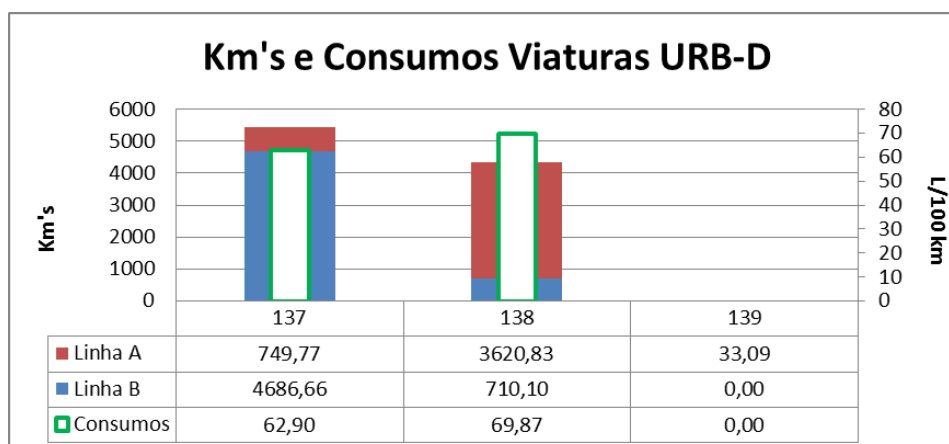
URB-C

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
129	1461,91	21%	5527,35	79%	6989,26	17%	1586,00	23%	5261,23	77%	6847,23	17%	13836,49	34%
131	94,68	2%	4343,38	98%	4438,06	14%	94,68	2%	5119,36	98%	5214,04	17%	9652,10	31%



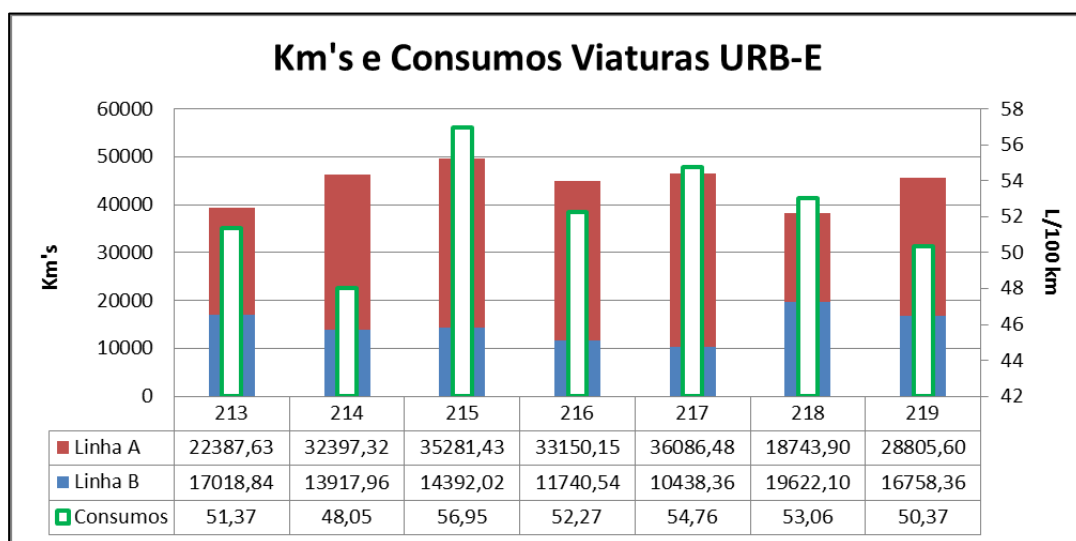
URB-D

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
137	994,14	87%	153,61	13%	1147,75	21%	615,42	76%	195,85	24%	811,27	15%	1959,02	36%
138	94,46	12%	716,44	88%	810,90	19%	94,68	11%	748,29	89%	842,97	19%	1653,87	38%
139	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%



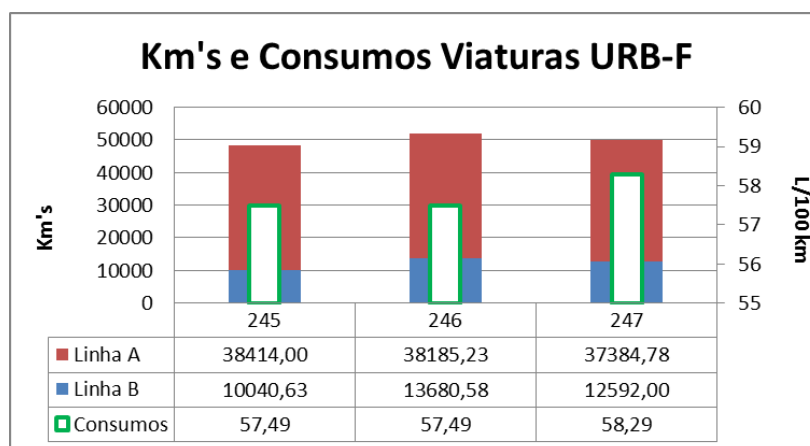
URB-E

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
213	3124,00	49%	3282,50	51%	6406,50	16%	3480,04	40%	5285,64	60%	8765,68	22%	15172,18	39%
214	2650,60	34%	5225,53	66%	7876,13	17%	2414,78	29%	6008,21	71%	8422,99	18%	16299,12	35%
215	2650,38	33%	5443,84	67%	8094,22	16%	2391,44	27%	6583,91	73%	8975,35	18%	17069,57	34%
216	2177,64	29%	5338,93	71%	7516,57	17%	2177,64	25%	6445,92	75%	8623,56	19%	16140,13	36%
217	1916,94	25%	5885,28	75%	7802,22	17%	1916,94	23%	6339,01	77%	8255,95	18%	16058,17	35%
218	4000,78	57%	3074,85	43%	7075,63	18%	3337,58	53%	3004,83	47%	6342,41	17%	13418,04	35%
219	3053,76	39%	4767,08	61%	7820,84	20%	3148,66	38%	5191,87	62%	8340,53	22%	16161,37	42%



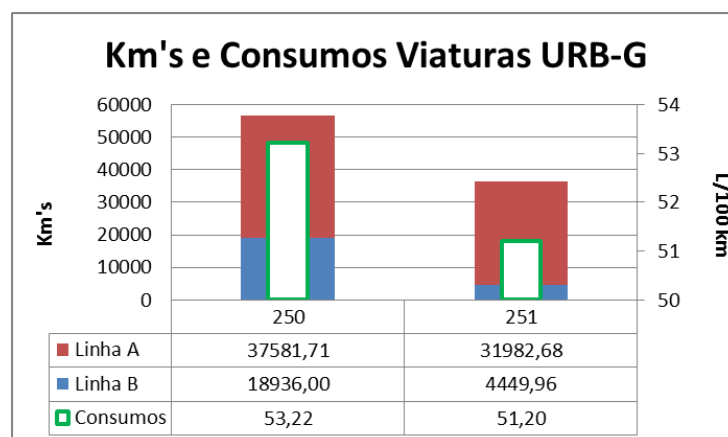
URB-F

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
245	1873,49	24%	5823,68	76%	7697,17	16%	1799,58	20%	7212,00	80%	9011,58	19%	16708,75	34%
246	2413,24	30%	5635,40	70%	8048,64	16%	2390,34	25%	7031,75	75%	9422,09	18%	17470,73	34%
247	2509,24	29%	6039,07	71%	8548,31	17%	2248,98	26%	6513,10	74%	8762,08	18%	17310,39	35%



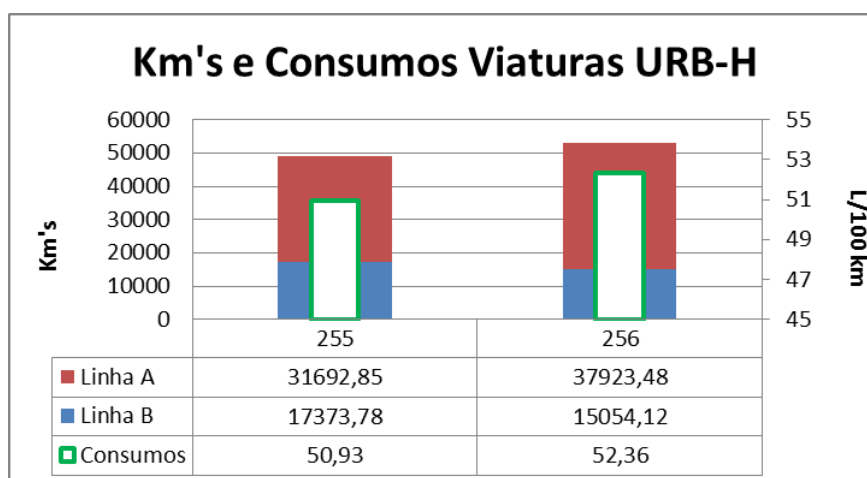
URB-G

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
250	3430,06	36%	6073,49	64%	9503,55	17%	3503,38	34%	6892,23	66%	10395,61	18%	19899,16	35%
251	685,88	11%	5700,97	89%	6386,85	18%	994,14	16%	5349,09	84%	6343,23	17%	12730,08	35%



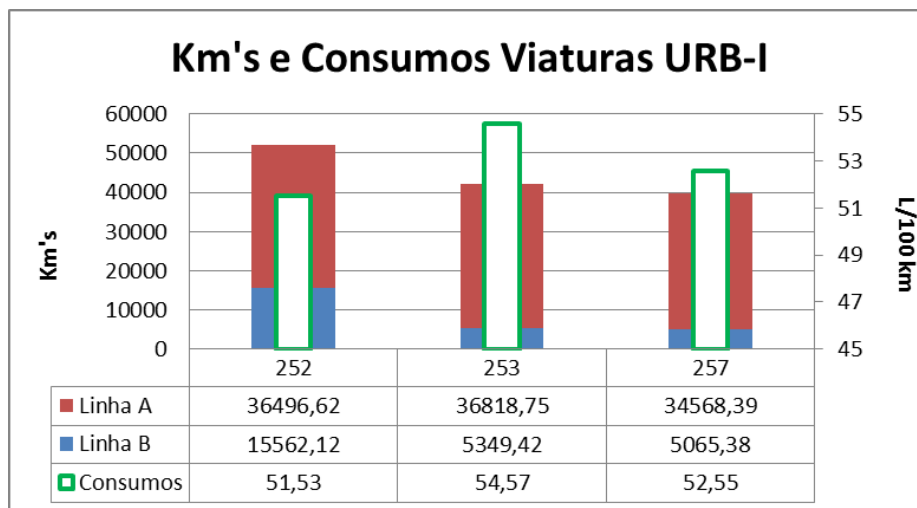
URB-H

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
255	3194,46	38%	5250,83	62%	8445,29	17%	3147,56	37%	5400,90	63%	8548,46	17%	16993,75	35%
256	2650,38	29%	6412,25	71%	9062,63	17%	2745,94	29%	6676,81	71%	9422,75	18%	18485,38	35%



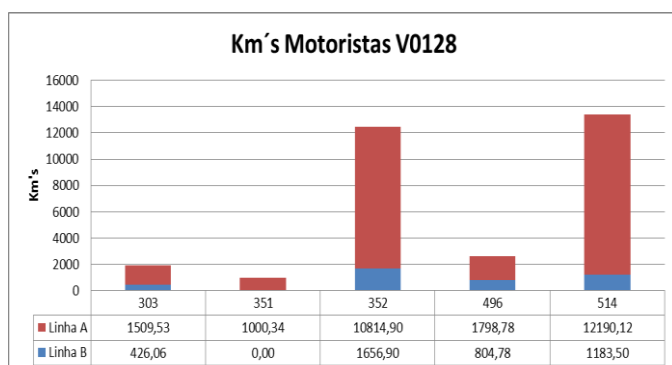
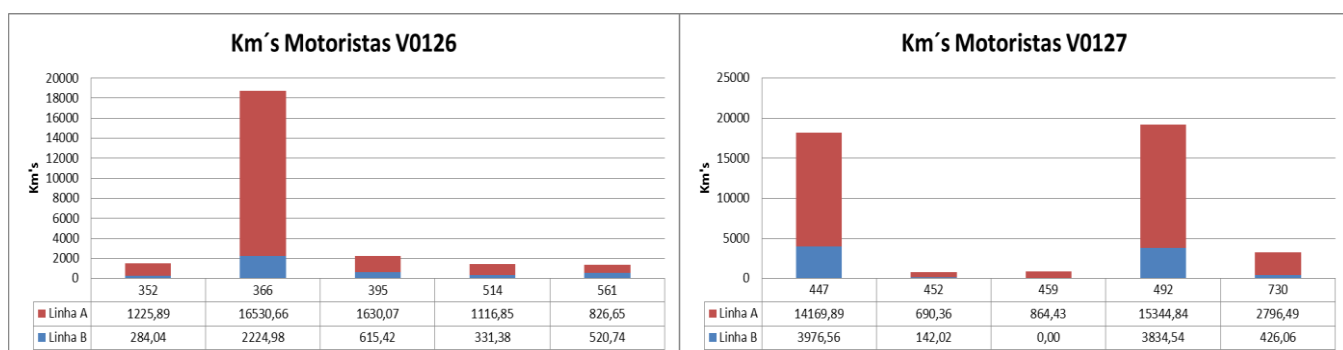
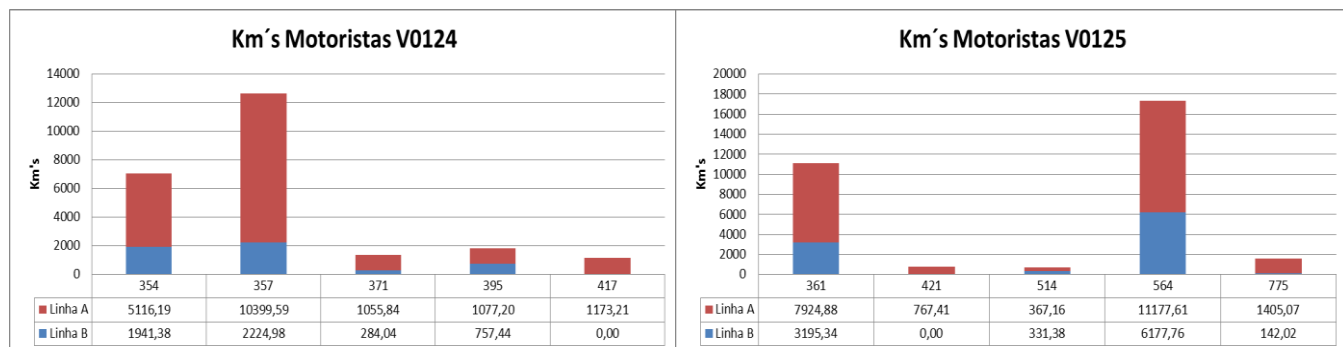
URB-I

Análise Kms Hora Ponta 2010														
Período	Manhã [07:00 - 09:30]						Tarde [17:00 - 19:30]						Total	
Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Linha B	% Total Km's	Linha A	% Total Km's	Total	% Total Km's Viatura	Total Geral	% Total Km's Viatura
252	2602,38	31%	5851,26	69%	8453,64	16%	2816,62	31%	6318,19	69%	9134,81	18%	17588,45	34%
253	1088,38	15%	6283,55	85%	7371,93	17%	1064,82	14%	6582,72	86%	7647,54	18%	15019,47	36%
257	827,46	13%	5659,42	87%	6486,88	16%	946,80	13%	6278,41	87%	7225,21	18%	13712,09	35%

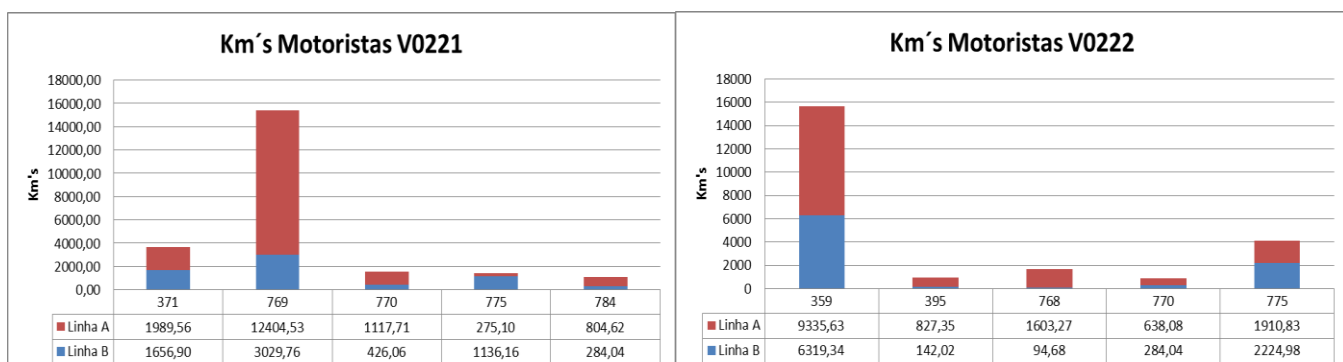


ANEXO G: Influência dos Motoristas nos quilómetros percorridos pelas viaturas

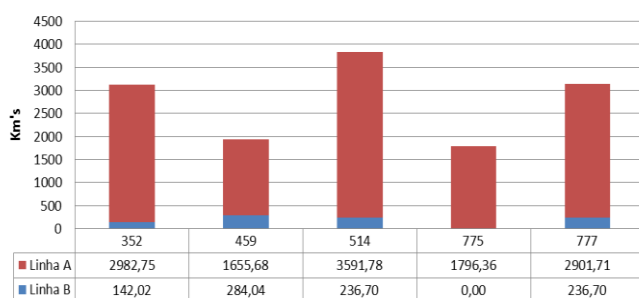
URB-A



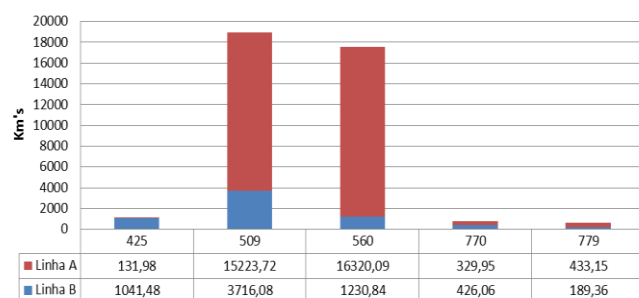
URB-B



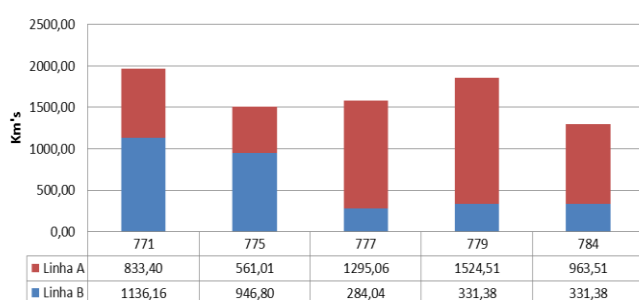
Km's Motoristas V0223



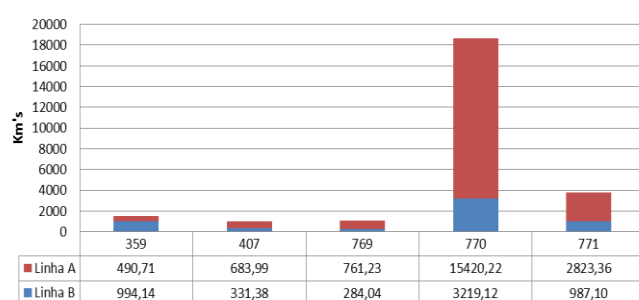
Km's Motoristas V0224



Km's Motoristas V0225

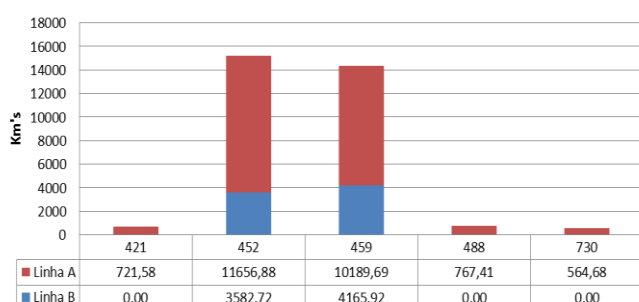


Km's Motoristas V0226

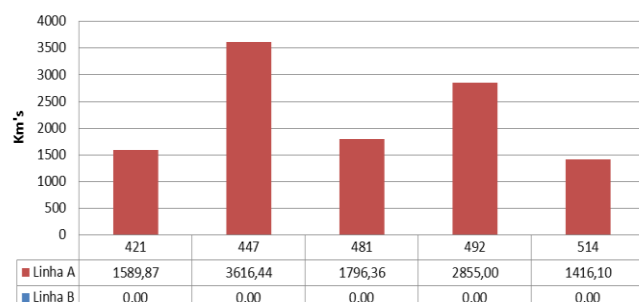


URB-C

Km's Motoristas V0129

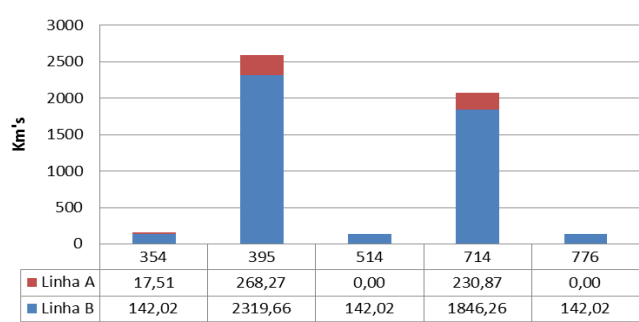


Km's Motoristas V0131

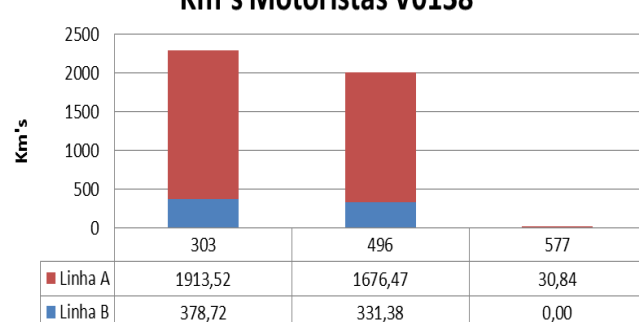


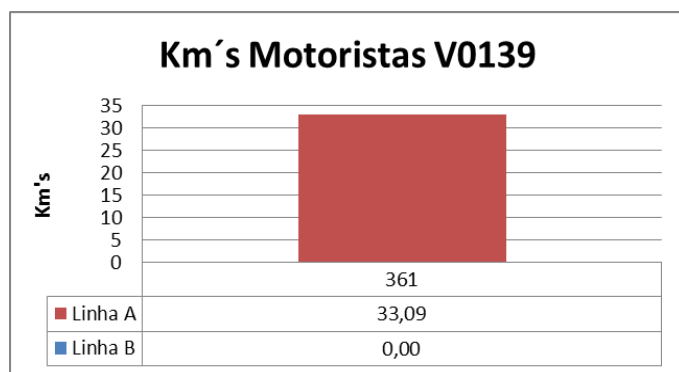
URB-D

Km's Motoristas V0137

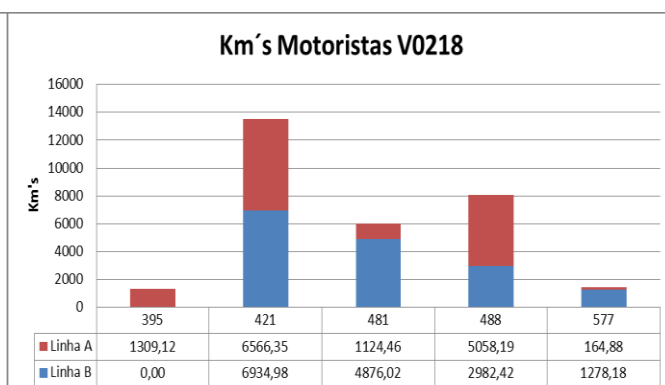
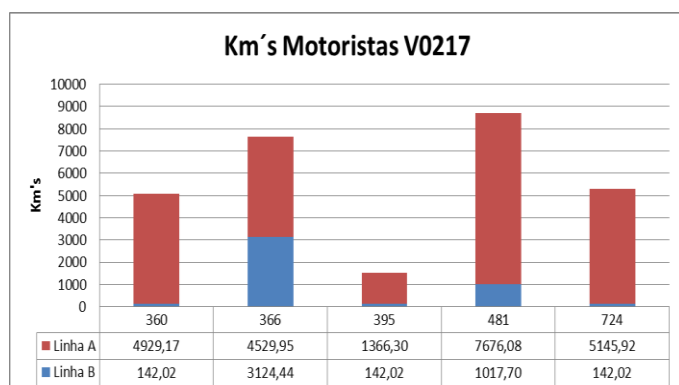
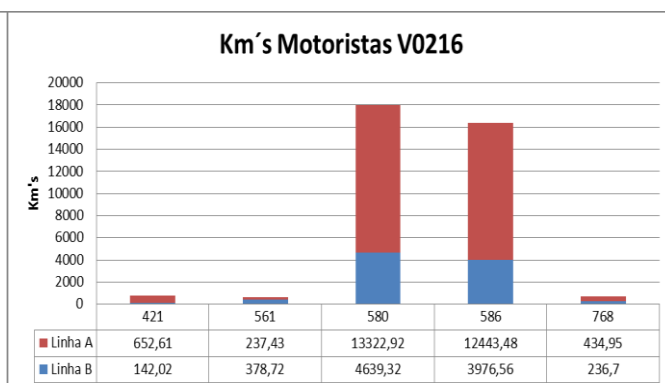
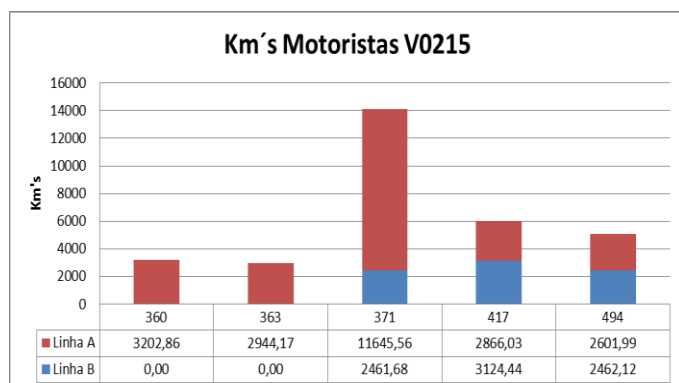
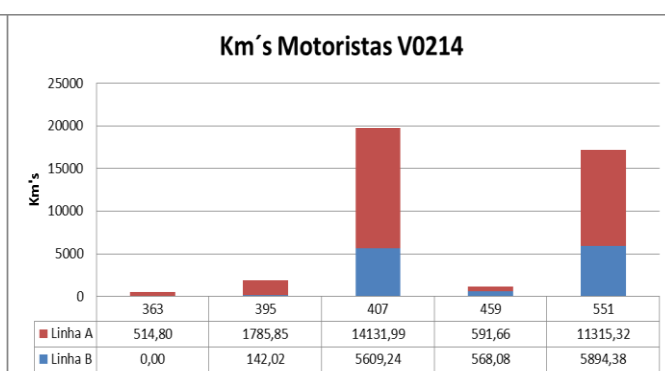
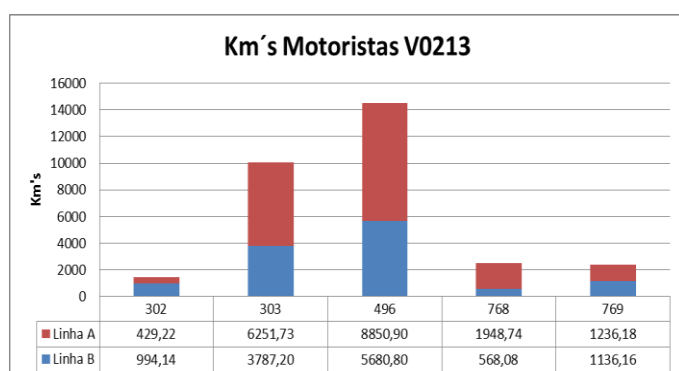


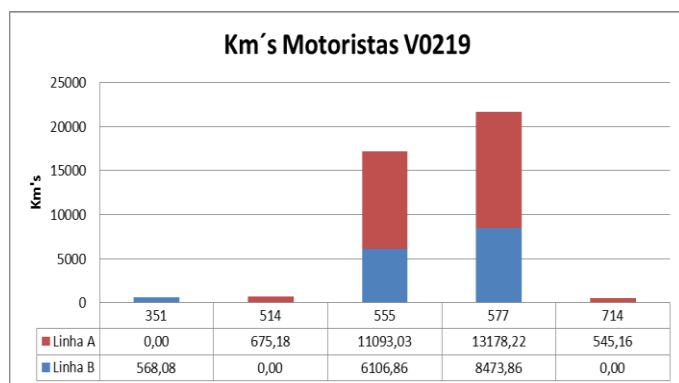
Km's Motoristas V0138



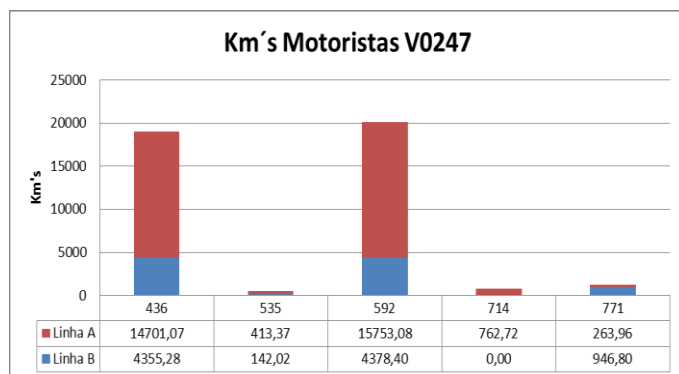
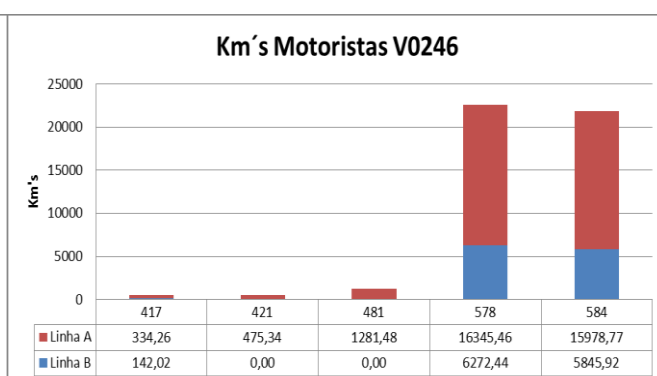
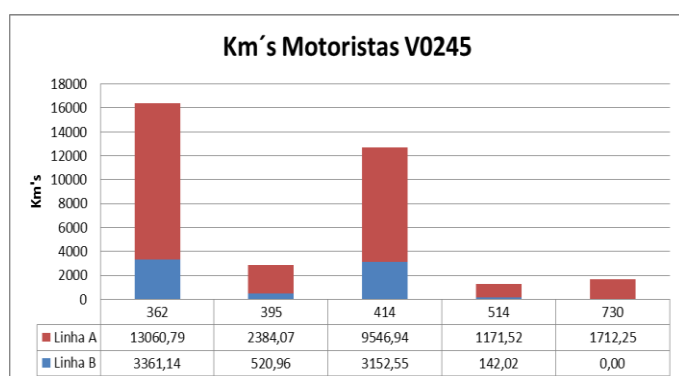


URB-E

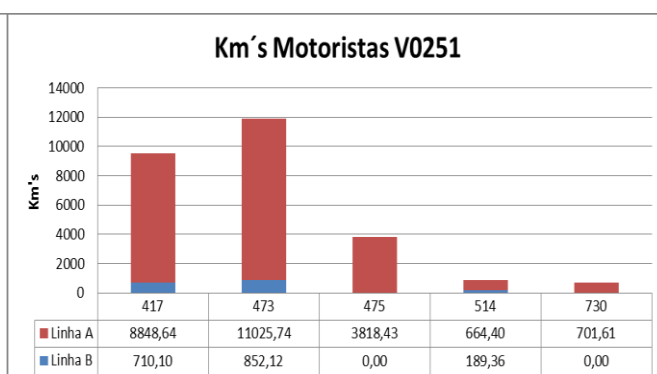
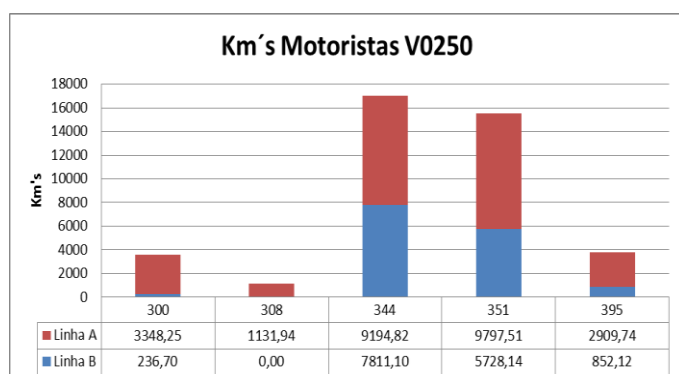




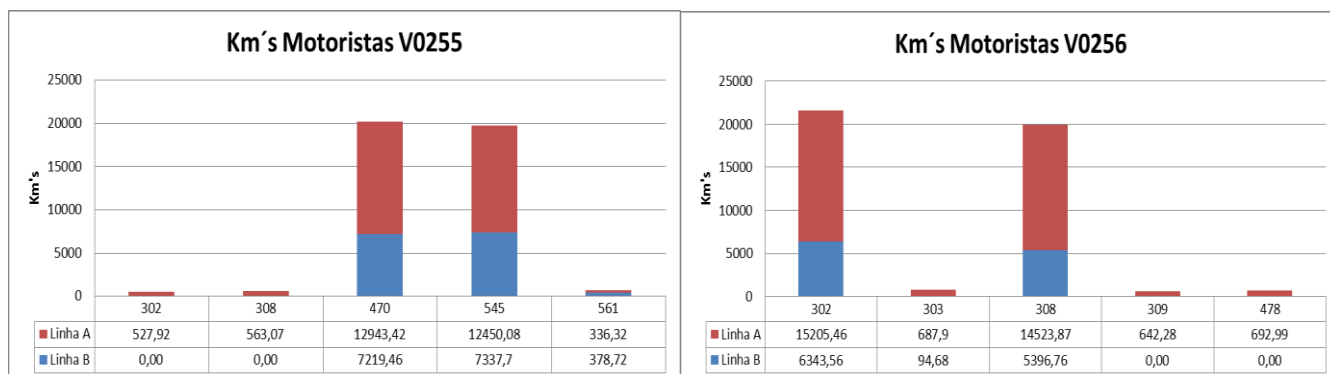
URB-F



URB-G



URB-H



URB-I

