

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

BRUNA DOS SANTOS FREITAS

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ROTA NO PERÍMETRO URBANO DE
MANAUS: ESTUDO DE CASO DA OPERAÇÃO DE VEÍCULOS DE CARGA NA
AV. GENERAL RODRIGO OTÁVIO**

MANAUS

2022

BRUNA DOS SANTOS FREITAS

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ROTA NO PERÍMETRO URBANO DE
MANAUS: ESTUDO DE CASO DA OPERAÇÃO DE VEÍCULOS DE CARGA NA
AV. GENERAL RODRIGO OTÁVIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à coordenação do Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Amazonas como
requisito parcial para obtenção do título
Bacharel em Engenharia Civil

Orientadora: PROF. DRA. ANA MARIA GUERRA SERÁFICO PINHEIRO

MANAUS

2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F866a Freitas, Bruna dos Santos
Análise de desempenho de rota no perímetro urbano de Manaus: estudo de caso da operação de veículos de carga na av. General Rodrigo Otávio / Bruna dos Santos Freitas . 2022
60 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro
TCC de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Velocidade e retardamento. 2. Engenharia de tráfego. 3. Veículo de carga. 4. Contagem volumétrica. I. Pinheiro, Ana Maria Guerra Seráfico. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

BRUNA DOS SANTOS FREITAS

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ROTA NO PERÍMETRO URBANO DE
MANAUS: ESTUDO DE CASO DA OPERAÇÃO DE VEÍCULOS DE CARGA NA
AV. GENERAL RODRIGO OTÁVIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à coordenação do Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Amazonas como
requisito parcial para obtenção do título
Bacharel em Engenharia Civil

Aprovado pela Banca Examinadora em 03 maio de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro – Orientadora - UFAM

Prof. Dra. Taís Furtado Pontes - Membro - UFAM

Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho – Membro- UFPA

Aos meus pais e amigos que sempre estiveram ao meu lado me incentivando para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, Socorro Freitas e Sebastião Freitas e Brena Freitas, pelo incentivo e respeito.

Aos meus colegas de faculdade, em especial, Maysa Maia, Maria Emanuela Bernardo e Mateus Rego, por serem um grande apoio ao longo desses anos de curso de Engenharia Civil.

À minha orientadora, Ana Maria Seráfico, pela contribuição na minha formação pessoal e profissional.

Grata a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desse estudo.

RESUMO

A mobilidade urbana é um grande desafio para as cidades. A falta de planejamento de transportes e infraestrutura nesta área atrelada ao aumento da circulação de veículos tem como consequências vários transtornos como: congestionamentos, falta de fluidez, acidentes no trânsito dentre outros. Diante desse contexto, estudos relacionados à Engenharia de Tráfego são muito importantes. O presente trabalho tem como objeto de estudo o trecho da avenida General Rodrigo Otávio que começa no Complexo Viário Gilberto Mestrinho (CVGM) e finaliza na confluência desta com a Rotatória da Suframa. Este estudo busca analisar o desempenho de rota dos veículos de carga com base na metodologia de velocidade e retardamento conforme o Boletim Técnico da Companhia de Engenharia de Tráfego. A partir dos dados coletados em campo, foram verificadas as velocidades de percurso que são desenvolvidos pelos veículos de carga, os tempos de paradas e motivos dos retardamentos. Os resultados mostraram os segmentos críticos. Sendo, no sentido CVGM-Distrito, o trecho crítico compreendido entre semáforo em frente ao Baratão da Carne e o semáforo na interseção com a rua Domingo Ilara; e no sentido Distrito-CVGM, o trecho entre o semáforo em frente ao Posto Shell e o semáforo em frente a Força Construtiva. Além disso, o conhecimento de tais fatores, serve como base para subsidiar o planejamento de transportes, para que sejam feitas intervenções no local.

Palavras-chave: Engenharia de Tráfego. Velocidade e Retardamento. Contagem Volumétrica. Veículos de Carga

ABSTRACT

Urban mobility is a major challenge for cities. The lack of transport planning and infrastructure in this area linked to the increase in vehicle circulation has as consequences several disorders such as: congestion, lack of fluidity, traffic accidents, among others. In this context, studies related to Traffic Engineering are very important. The present work has as its object of study the section of Avenida General Rodrigo Otávio that begins at the Complexo Viário Gilberto Mestrinho (CVGM) and ends at its confluence with the Suframa Roundabout. This study seeks to analyze the route performance of freight vehicles based on the speed and delay methodology according to the Technical Bulletin of the Traffic Engineering Company. From the data collected in the field, the travel speeds that are developed by the cargo vehicles, the stop times and reasons for delays were verified. The results showed the critical segments. Being, in the CVGM-Distrito direction, the critical section between the traffic light in front of Baratão da Carne and the traffic light at the intersection with Rua Rubens Benzecry; and towards Distrito-CVGM, the section between the traffic light in front of the Shell Post and the traffic light in front of Força Construtiva. In addition, knowledge of such factors serves as a basis to support transport planning, so that interventions can be made on the spot.

Keywords: Traffic Engineering. Speed and Delay. Volumetric Count. Cargo Vehicles

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Corredor Rodrigo Otávio	23
Figura 2- Corredor Rodrigo Otávio com os pontos usados para delimitar os segmentos no sentido CVGM-Distrito	24
Figura 3- Seções estudadas no sentido do Distrito-CVGM	26
Figura 4 - Perfil de elevação da Av. General Rodrigo Otávio no trecho estudado	27
Figura 5 - Filmagem da via	31
Figura 6 - Divergência na velocidade máxima permitida no trecho	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator de equivalência em carros de passeio conforme o DNIT.....	28
Tabela 2 - Fator de equivalência em carros de passeio conforme o MANAUSTRANS.....	28
Tabela 3 - Seções de Controle no sentido CVGM – Distrito.....	29
Tabela 4 - Seções de Controle no sentido Distrito - CVGM	30
Tabela 5 - Contagem de Veículos realizada no dia 08/03/2022 no sentido CVGM-Distrito	32
Tabela 6 - Contagem de Veículos realizada no dia 08/03/2022 no sentido Distrito-CVGM	33
Tabela 7 - Contagem de Veículos realizada no dia 10/03/2022 no sentido CVGM-Distrito	33
Tabela 8 - Contagem de Veículos realizada no dia 10/03/2022 no sentido Distrito-CVGM	34
Tabela 9 - Contagem de Veículos realizada no dia 11/03/2022 no sentido CVGM-Distrito	34
Tabela 10 - Contagem de Veículos realizada no dia 11/03/2022 no sentido Distrito-CVGM	35
Tabela 11 - Parâmetros obtidos com a gravação 1	36
Tabela 12 - Parâmetros obtidos com a gravação 2.....	36
Tabela 13 - Parâmetros obtidos com a gravação 3.....	37
Tabela 14 - Parâmetros obtidos com a gravação 4.....	37
Tabela 15 - Parâmetros obtidos com a gravação 5.....	38
Tabela 16 - Parâmetros obtidos com a gravação 6.....	38
Tabela 17 - Parâmetros obtidos com a gravação 7.....	38
Tabela 18 - Parâmetros obtidos com a gravação 8.....	39
Tabela 19 - Parâmetros obtidos com a gravação 9.....	39
Tabela 20 - Parâmetros obtidos com a gravação 10.....	40
Tabela 21 - Parâmetros obtidos com a gravação 11.....	40
Tabela 22 - Parâmetros obtidos com a gravação 12.....	41
Tabela 23 - Parâmetros obtidos com a gravação 13.....	41
Tabela 24 - Parâmetros obtidos com a gravação 14.....	42
Tabela 25 - Parâmetros obtidos com a gravação 15.....	42
Tabela 26 - Parâmetros obtidos com a gravação 16.....	43
Tabela 27 - Volume simples de veículos em cada sentido da via nos dias em que a pesquisa foi realizada	43
Tabela 28 - Comparação dos valores de volume de equivalência sentido CVGM-Distrito..	46
Tabela 29 - Comparação dos valores de volume de equivalência no sentido Distrito-CVGM	48

Tabela 30 - Resumo das variáveis encontradas em cada trecho da via no sentido CVGM-Distrito	49
Tabela 31 - Resumo das variáveis encontradas em cada trecho da via no sentido Distrito-CVGM	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Estrutura do trabalho.....	15
Gráfico 2 - Metodologia do estudo.....	32
Gráfico 3 - Composição do tráfego durante a contagem nos dias 08/03,10/03 e 11/03 no sentido CVGM-Distrito	44
Gráfico 4 - Composição do tráfego em porcentagem dia 08/03 no sentido CVGM-Distrito	44
Gráfico 5 - Composição do tráfego em porcentagem dia 10/03 no sentido CVGM-Distrito	45
Gráfico 6 - Composição do tráfego em porcentagem dia 11/03 no sentido CVGM-Distrito	45
Gráfico 7 - Composição do tráfego sentido Distrito-CVGM nos dias 08/03, 10/03 e 11/03	46
Gráfico 8 - Composição do tráfego dia 08/03 no sentido Distrito-CVGM	47
Gráfico 9 - Composição do tráfego dia 10/03 no sentido Distrito-CVGM	47
Gráfico 10 - Composição do tráfego dia 11/03 no sentido Distrito-CVGM.....	48
Gráfico 11 - Espaço-tempo sentido CVGM-Distrito	50
Gráfico 12- Espaço-tempo no sentido Distrito-CVGM	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CET - Companhia de Estudo de Tráfego

CVGM – Complexo Viário Gilberto Mestrinho

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

IMTC - Indicadores de Mobilidade para Transporte de Carga

MANAUSTRANS– Instituto Municipal De Mobilidade Urbana

PGV – Polo Gerador de Viagem

PLANMOB – Plano de Mobilidade Urbana

PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos.....	14
1.1.1. Objetivo geral.....	14
1.1.2. Objetivo específico.....	14
1.2. Justificativas.....	14
1.3. Estrutura do trabalho	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. Indicadores de desempenho de rota no tráfego urbano	16
2.2. Métodos para a análise do desempenho de rota.....	16
2.2.1. Pesquisa de velocidade e retardamento	16
2.3. Velocidade de operação.....	20
2.4. Velocidade de cruzeiro	20
2.5. Caracterização dos veículos.....	20
3. ESTUDO DE CASO.....	22
3.1. Área de estudo.....	22
3.2. Metodologia	27
3.2.1. Contagem volumétrica do tráfego	27
3.2.2. Velocidade e Retardamento	29
3.3. Resumo da metodologia aplicada	31
3.4. Resultados.....	32
3.4.1. Contagem volumétrica do tráfego	32
3.4.2. Velocidade e retardamento	36
3.5. Análise dos dados e discussão	43
3.5.1. Contagem volumétrica do tráfego	43
3.5.2. Velocidade e retardamento	49
4. CONCLUSÕES	56

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano tem como consequência o aumento de bens produzidos e consumidos, o que acarreta num grande volume de cargas circulando nas cidades. Diante disso, é importante que haja um planejamento urbana e uma infraestrutura viária que busque melhorar a eficiência do transporte de cargas, no entanto a realidade de Manaus não é esta, visto que há vários transtornos no trânsito que estão atrelados a esse tipo de transporte como: congestionamentos; danos à malha viária, pavimento e sinalização; acidentes de trânsito; prejuízos à circulação dos pedestres, ciclistas e veículos do transporte coletivo; poluição ambiental, entre outros.

Além disso, há o fato de as vias terem sido projetadas para um determinado veículo tipo, entretanto, devido ao crescimento urbano, às mudanças nas características dos veículos (maiores dimensões, maior número de eixos e uso de combinações de veículos de carga), aos avanços tecnológicos e as demandas de mercado, as malhas viárias já não atendem mais o transporte urbano de carga, porque este não se inscreve adequadamente na geometria existente das vias.

Logo, é necessário que se tenha compatibilidade entre os veículos e as malhas viárias por onde eles trafegam. Para tal compatibilidade, é crucial a análise de parâmetros geométricos a via, das características do veículo tipo e da interferência deste tipo de transporte sobre o tráfego geral.

Em 2012, por meio da Lei da Mobilidade Urbana, Lei Federal 12.587, foram estabelecidos princípios, diretrizes e objetivos da (PNMU). A PNMU é, portanto, um importante instrumento para o planejamento e gestão da mobilidade urbana no Brasil, que tem como objetivo a integração dos diferentes modais e modos de transporte a fim de melhorar a acessibilidade e a mobilidade de pessoas e cargas.

Essas políticas e diretrizes são um avanço teórico para a mobilidade das cargas nas cidades, entretanto ressalta-se a importância de análises sobre a logística urbana, que consiga incentivar ações práticas. Para tal, são necessários estudos sobre os indicadores de infraestrutura viária com ênfase nos transportes de carga, visto que a compreensão de tais elementos é importante para um planejamento urbano adequado de transportes.

O Plano De Mobilidade Urbana de Manaus, na Diretriz 8 – Tratamento do transporte de carga, aponta a necessidade de estudos específicos das rotas com relação ao tráfego de veículos de carga pela cidade para que a operação deste tipo de transporte seja reestruturada, visando à garantia de segurança e otimização do uso do sistema viário.

Diante do exposto no PLAMOB, fez-se um estudo com foco na análise de desempenho de rota dos veículos de carga que trafegam na Av. General Rodrigo Otávio, um importante corredor viário para o abastecimento do Polo Industrial de Manaus (PIM). Pela rota a ser estudada, trafegam diariamente veículos de carga.

Segundo DALOSTO (2018), os indicadores de desempenho de rede possibilitam descrever as condições do tráfego, e buscar medir qual a relação de uma mudança pontual na rede viária sobre o trecho geral. Sendo assim, o resultado desse tipo de estudo pode auxiliar na identificação dos trechos críticos e o relacionamento destes com o tráfego, determinar os tempos perdidos, tempos médios de percurso e velocidades médias de percurso.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Identificar indicadores de mobilidade para transporte de carga (IMTC), considerando o desempenho da rota Av. General Rodrigo Otávio, na Zona Leste de Manaus (AM), com foco na operação de veículos de carga e a compatibilidade veículo-via

1.1.2. Objetivo específico

- Identificar e caracterizar a rota a ser estudada;
- Caracterizar os tipos de veículos de carga, seus aspectos dimensionais e operacionais e levantar os dados operacionais nas vias em estudo (fluxo de veículos, tempos de percurso, tempos de retardos e paradas, trechos críticos);
- Analisar a compatibilidade entre a operação de veículos de carga e as condições existentes nos diversos trechos que compõem a rota em questão;
- Apresentar os IMTC considerando os resultados da análise de desempenho de rota;

1.2. Justificativas

- A Diretriz 8 do Plano de Mobilidade Urbana de Manaus aponta a necessidade de estudos de rotas para o planejamento do transporte de cargas.

- Ausência de estudos e parâmetros que influenciam no desempenho da rota do transporte de carga.

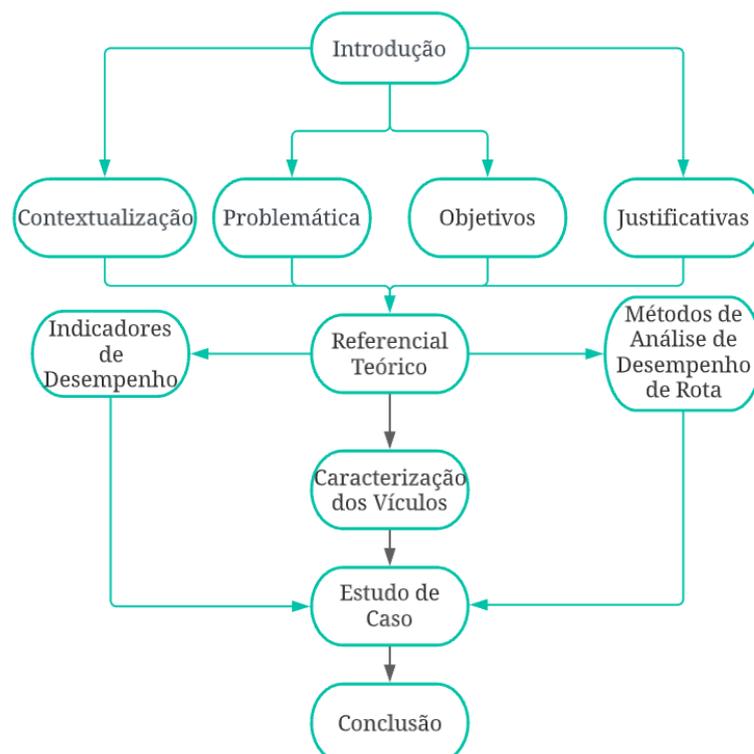
1.3. Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em quatro capítulos. Sendo o capítulo um a introdução, nele faz-se uma contextualização sobre o tema, identificação da problemática, e aborda-se sobre os objetivos e justificativas para a realização do estudo.

O capítulo dois é o referencial teórico para a elaboração do trabalho. Este capítulo apresenta os métodos para análise de desempenho de rota, método de velocidade e retardamento e contagem de veículos, além da caracterização dos veículos.

O capítulo três apresenta o estudo de caso deste trabalho: o trecho do Corredor Rodrigo Otávio que compreende da confluência com o CVGM até a Rotatória da Suframa. Além disso, contém o processo metodológico utilizado na pesquisa, assim como as etapas da metodologia aplicada para a análise dos trechos a partir dos indicadores de desempenho, os resultados e as análises dos dados e discussão. Por fim, o capítulo quatro que dispõe da conclusão do trabalho.

Gráfico 1 - Estrutura do trabalho



2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Indicadores de desempenho de rota no tráfego urbano

A determinação dos indicadores de desempenho de rota, de acordo com Meneses *et al.* (2002), deve permitir o acesso a dados consistentes e abrangentes, a fim de que se possa caracterizar a eficiência e eficácia da realização de um certo objetivo definido pelo órgão gestor de tráfego, de forma simples e que seja possível ser observada pelo usuário.

A visualização espacial e /ou gráfica (qualitativa e/ou quantitativa) dos indicadores facilita a compreensão por parte do usuário e mostra informações importantes a respeito das condições operacionais do tráfego urbano, visto que contribui para o processo de análise (Miller e Shaw,2001 apud Meneses).

2.2. Métodos para a análise do desempenho de rota

2.2.1. Pesquisa de velocidade e retardamento

Conforme o Manual de Tráfego do DNIT 2006: “ a pesquisa de Velocidade e Retardamento tem como objetivo medir a velocidade e o retardamento de uma corrente de tráfego ao longo de uma via, a fim de conhecer a facilidade e a dificuldade da mesma para percorrê-la”.

Nesta pesquisa, obtêm-se indiretamente a velocidade média no espaço, sendo esta igual a extensão percorrida dividida pelo tempo médio gasto (tempo em movimento mais o tempo parado). Esses tempos são colhidos por meio de amostras, sendo cronometrados os tempos de percurso em determinada via, anotado os retardamentos e os causas para que aconteçam: dispositivos de controle, congestionamento dentre outros.

Este tipo de pesquisa pode ser feito tanto para análise do tráfego em geral na via quanto para a análise do impacto de um determinado veículo, como no caso do estudo em questão: os veículos de carga. Com os dados de velocidade e retardamento, faz-se plotagem de gráficos ou porcentagens para melhor verificação dos trechos mais problemáticos e qual a influência destes sobre a rota. Desta forma, este estudo é importante porque a partir dele pode-se:

- Analisar o desempenho de uma rota, a eficiência desta em passar o tráfego;

- Identificar os locais de congestionamento e a relação destes com a características geométricas e de sinalização;
- Avaliar o impacto de alterações em uma rota através dos estudos de tipo “antes-depois”, principais rotas, e desenvolvimento de índices gerais, como velocidade média, tempo médio de percurso por quilômetros, atraso médio entre outras informações imprescindíveis para análise do tráfego local;
- Estudar a capacidade e nível de serviço das rotas, com o objetivo de estabelecer valores-padrão característicos do sistema analisado;
- Fazer levantamentos dos tempos de percurso nos limites do sistema, para uso nos modelos de distribuição e atribuição de tráfego.

2.2.1.1. Variáveis

As variáveis que podem ser obtidas com esse método são: tempo de retardo, tempo de percurso, tempo efetivo de percurso, velocidade de operação, velocidade de cruzeiro e causas dos retardamentos.

2.2.1.2. Metodologia

A pesquisa de velocidade e retardamento, conforme o Boletim Técnico da Companhia de Estudo de Tráfego (CET), visa medir duas variáveis importantes para análise de desempenho de rota: velocidade e retardamento. Sendo que a primeira pode ser medida de forma direta e indireta, depende do método usado para obtenção dela. E a segunda variável é obtida diretamente com a marcação do tempo perdido em cada parada e do motivo.

2.2.3.1.1. Método das Chapas

Nesse método, conforme a CET, os pesquisadores ficam em pontos específicos da via (entrada e saída) para anotar em um uma tabela as placas dos veículos que circulam no trecho e do horário que os veículos entraram e saíram. Com esses dados, posteriormente, faz-se o “casamento” das placas para analisar o tempo que de percurso de cada veículo no local observado.

Dentre as vantagens desse método está: a possibilidade de analisar uma amostra que pode chegar a 100% da população dependendo do fluxo medido e da quantidade de pesquisadores.

Entretanto esse método tem algumas desvantagens como: não pode observar os tempos de retardamento ao longo da via e os motivos para que aconteçam, haja visto que os

pesquisadores ficam em pontos da via e não seguindo os veículos; a associação entre as placas pode ser de forma manual ou computadorizada, porém independentemente do modo é monótono; outra desvantagem é devida as interseções na via, visto que nem todos os veículos percorrem o trecho completo da via, sendo assim os pesquisadores muitas vezes contabilizam a entrada de um veículo mas não conseguem diagnosticar a saída deste, resultando em muitas placas sem entrada ou saída, isto é, informações inúteis para a pesquisa.

2.2.3.1.2. Método do veículo-teste com cronômetro

Neste método, de acordo com a CET, dois pesquisadores percorrem a rota do estudo em um veículo-teste, sendo que um deles cronometra os tempos de percurso e o outro os retardamentos. Este método pode ser usado tanto para medição direta quanto indireta da velocidade do veículo.

Para a medição direta da velocidade é necessário o uso de um aparelho acoplado que registra através de uma pena flutuante correndo sobre um papel milimetrado a velocidade do veículo. Já a forma indireta é feita pela divisão da distância percorrida pelo tempo de percurso cronometrado pelos pesquisadores.

A segunda variável, o retardamento, é medido de forma direta pela cronometragem do tempo perdido em cada parada feita pelo veículo-teste com anotação do motivo. Para tal pesquisa, os dados básicos da ficha de campo são: as horas de passagem pelos trechos estudados, retardamentos que aconteceram e as causas deles.

Como há uma variação muito grande nas características do tráfego (velocidade, volume, densidade) no horário de pico, há a necessidade de um número maior de medições, 5 a 6 viagens, ou seja, precisa-se de mais de um veículo-teste para a realização de uma análise fidedigna das condições do tráfego.

Com relação a vantagem está a possibilidade de se observar os tempos de retardamento e indicar os motivos. Entretanto relacionado a esta variável há uma desvantagem: a falta de precisão nas medidas devido a falhas humanas na observação e dificuldades de distinguir no campo da real causa para a parada, principalmente no caso de vias congestionadas. Um grande problema está atrelado ao reconhecimento dos momentos exatos de início / término das paradas, além da impossibilidade da verificação dos tempos em que houve aceleração e desaceleração na via.

Ademais, com relação aos tempos de aceleração e desaceleração, por não se conseguir registrar, considera-se esses tempos como se fossem tempos de movimento, o que acarreta em um tempo médio impreciso.

2.2.3.1.3. Aerofotogrametria

Conforme a CET, esse tipo de pesquisa é feito a partir de consecutivas fotos do local em intervalos pré-determinados para a obtenção de dados como: densidade do tráfego, distribuição por faixa, velocidade média entre outros indicadores. Esse método tem como desvantagens: as dificuldades de obtenção de fotos com qualidade boa e necessidade de equipamentos específicos.

2.2.1.3. Planejamento para a realização da pesquisa

O planejamento dessa pesquisa dá-se, primeiramente, pela escolha do local que se deseja realizar a análise do tráfego. Sendo possível fazer tal estudo em qualquer via do sistema viário, tendo como única exigência que o comprimento percorrido seja suficiente para colher os dados, variados e coerentes. Segundo a CET, o trecho mínimo é 0,5 km e consoante o Manual de Estudos de Tráfego é recomendável que o trecho mínimo percorrido seja 0,8 km. Essa variação na extensão mínima percorrida dá-se pelo tipo de via que cada um dos manuais tem como objeto de estudo. O Manual do DNIT é voltado para rodovias enquanto o boletim da CET é para vias urbanas.

Posteriormente, faz-se a escolha: do método a ser utilizado para a obtenção dos dados básico: tempo de percurso, retardamentos e motivos destes; do horário mais significativo para a pesquisa (sendo normalmente escolhido o horário no pico, entretanto estudos com o horário fora do pico também são muito importantes para uma possível comparação entre esses horários); do dia da semana de maior movimento (sendo recomendado o estudo em mais de um dia útil da semana, haja visto que as condições do tráfego são diferentes dependendo do dia da semana); da amostra mínima (esta depende da variância da população analisada).

Na determinação de amostras mínimas para a análise, deve-se considerar a variância e o erro admissível de duas variáveis diretamente analisadas, tempo de percurso e retardamento, e duas indiretamente analisadas, tempo em movimento e número de paradas.

De acordo com um estudo realizado pela CET recomenda-se como erro admissível:

- a) Para estudos de planejamento: de 5 a 8 km/h;
- b) Para estudos de operação de tráfego e avaliações econômicas: de 3,5 a 6,5 km/h;

c) Para estudos de “antes-depois”: 2 a 5 km/h

Com relação a variância dos dados, leva-se em consideração a variável mais significativa, isto é, a que permite avaliação mais geral da rota, sendo o tempo de percurso a variável que conseguisse verificar melhor o tráfego, e em segundo tem-se o retardamento, por conseguinte o número de paradas e, por fim, o tempo em movimento, que é obtido pela diferença entre o tempo de percurso e os tempos de retardamentos.

2.2.1.4. Exemplos de estudos

Um exemplo de pesquisa de velocidade e retardamento em corredores é apresentado no Produto 13, Banco de Dados e Relatório de Pesquisa do Plano de Mobilidade da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Nele, tem-se um estudo que foi realizado com ônibus coletivo para avaliar o sistema de transporte coletivo e obter dados para a realização de simulações de redes de transporte.

Com o tratamento dos dados obtidos em campo, poder-se-á: fazer diagnósticos dos problemas existentes no tráfego nos trechos percorridos, monitorar melhorias implementadas por estudos do tipo “antes e depois”, com base nas velocidades médias, tempos médios de percurso, atrasos médios entre outras avaliações importantes para o planejamento e gerenciamento do tráfego urbano.

2.3. Velocidade de operação

Conforme a CET, a velocidade de operação é medida pela razão entre a extensão do trecho analisado e o tempo de deslocamento total, contando com os tempos de retardos.

2.4. Velocidade de cruzeiro

De acordo com Samboni (2014), a velocidade de cruzeiro é determinada pela razão entre comprimento do trecho e o tempo de deslocamento efetivo percorrido, é incluso apenas o tempo em que o veículo está em movimento.

2.5. Caracterização dos veículos

O DNIT (2006) classifica os veículos conforme as características predominantes do tráfego:

VP – Veículos leves veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares.

CO - Veículos comerciais rígidos, não articulados. Incluem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas.

O - Veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Incluindo os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo CO básico. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal admissível para veículos rígidos

SR - Veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semi-reboque. O comprimento desses aproxima-se do limite máximo legal para veículos dessa categoria.

RE - Veículos comerciais com reboque. É composto de uma unidade tratora simples, um semi-reboque e um reboque, frequentemente conhecido como bitrem. Seu comprimento é o máximo permitido pela legislação.

O DNIT classifica também quanto as combinações básicas do tipo de veículo, como quanto ao número de eixos, PBT máximo e classe. Tem-se um código alfanumérico para as diversas classe, o primeiro número indica a quantidade de eixos dos veículos simples ou da unidade tratora, o segundo algarismo indica o número de eixos da unidade rebocada (caso exista).

As letras equivalem a:

C = veículo simples (caminhão ou ônibus) ou veículo trator + reboque; S = veículo trator (cavalo mecânico) + semi-reboque; I = veículo trator + semi-reboque com distância entre-eixos > 2,40 m (eixos isolados); J = veículo trator + semi reboque com um eixo isolado e um eixo em tandem; D = combinação dotada de 2 (duas) articulações; T = combinação dotada de 3 (três) articulações; Q = combinação dotada de 4 (quatro) articulações; X = veículos especiais; B = ônibus.

No anexo 1, tem imagem da classificação dos veículos com descrição dos eixos.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. Área de estudo

A Avenida General Rodrigo Otávio é classificada como via arterial cuja extensão é de 7,9 km, tem dois sentidos de tráfego e duas faixas de rolamento em cada sentido, sendo no sentido UFAM- Distrito há um trecho com três faixas de rolamento, várias interseções e uma rotatória ao longo dela. De acordo com o Plano de Zoneamento Uso e Ocupação do Solo, é uma via dividida em três segmentos.

O trecho Rodrigo Otávio envolve o entroncamento das avenidas André Araújo, Alameda Cosme Ferreira e Efigênio Salles, onde localiza-se o Complexo Viário Gilberto Mestrinho, até a confluência com a Avenida Manaus 2000. Caracterizando-se pela verticalização média e densidade alta, cujo tipo de uso são: comerciais, de serviço e residencial.

O Segmento Bola da Suframa abrange a Avenida Rodrigo Otávio, toda a Rotatória do Memorial da Amazônia e Rotatória do Distrito Industrial, desde a convergência com a Avenida Manaus 2000 até a convergência com a Avenida Silves e Ministro Mário Andreazza. Sendo de verticalização média e densidade alta, com o tipo de atividades e uso do solo: reforço ao centro de comércios e serviços existentes; integração de atividades comerciais, de serviços e industriais ao uso residencial.

Por fim, o segmento Presidente Kennedy inclui os trechos da Avenida Rodrigo Otávio e Avenida Presidente Kennedy, da confluência com a Avenida Silves e Ministro Mário Andreazza até a ligação com a Avenida Leopoldo Peres.

Desta forma, na via em questão, há vários tipos de atividades e uso do solo sendo desenvolvidos nela, o que acarreta em um tráfego diário de trabalhadores do Distrito Industrial, moradores do entorno, estudantes das faculdades próximas, principalmente, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e parte do transporte de carga advindo do PIM e do Porto Chibatão e Superterminais. Caracterizando-se, portanto, em uma via de tráfego intenso.

Devido ser um corredor urbano com muita relevância para o tráfego dos transportes de carga de Manaus, visto que trafegam, por ela, veículos de carga pesada advindos das Indústrias do PIM juntamente com veículos leves e transporte coletivo, escolheu-se esta via para estudo.

Entretanto, por causa de limitações quanto a quantidade de pesquisadores e de veículos-teste, teve-se que reduzir o trecho de estudo. Desta forma, o trecho da Avenida Rodrigo Otávio definido foi o que abrange a confluência das avenidas Efigênio Sales, André Araújo e Cosme Ferreira até a Rotatória do Memorial da Amazônia. Este trecho tem a extensão de 4,7 km, apresentando dois sentidos com duas faixas de rolamento em cada sentido, separadas por um canteiro central e velocidade máxima regulamentada de 60 km/h. A figura 1 mostra o trecho estudado.

Figura 1- Corredor Rodrigo Otávio



Fonte: Google Earth

A figura 2 apresenta os trechos escolhidos para a análise no sentido do CVGM-Distrito. Fez-se a divisão desses trechos conforme os semáforos dispostos ao longo do trajeto.

Figura 2- Corredor Rodrigo Otávio com os pontos usados para delimitar os segmentos no sentido CVGM-Distrito



Sendo:

P1- CVGM

P2- Semáforo em frente a UFAM

P3 – Semáforo em frente ao Baratão da Carne

P4 – Semáforo da interseção com a R. Domingos de Ilara

P5 – Semáforo em frente ao Posto Shell

P6 - Interseção com Av. Manaus

P7 – Confluência com Rotatória da Suframa

A figura 3 expõe os trechos selecionados para a análise no sentido do Complexo Viário. Fez-se a segmentação de acordo com a disposição dos semáforos.

Legenda da figura 3:

P1 - Confluência com Rotatória da Suframa

P2 - Interseção com Av. Manaus

P3 - Semáforo em frente ao Posto Shell

P4 – Semáforo em frente a Força Construtiva

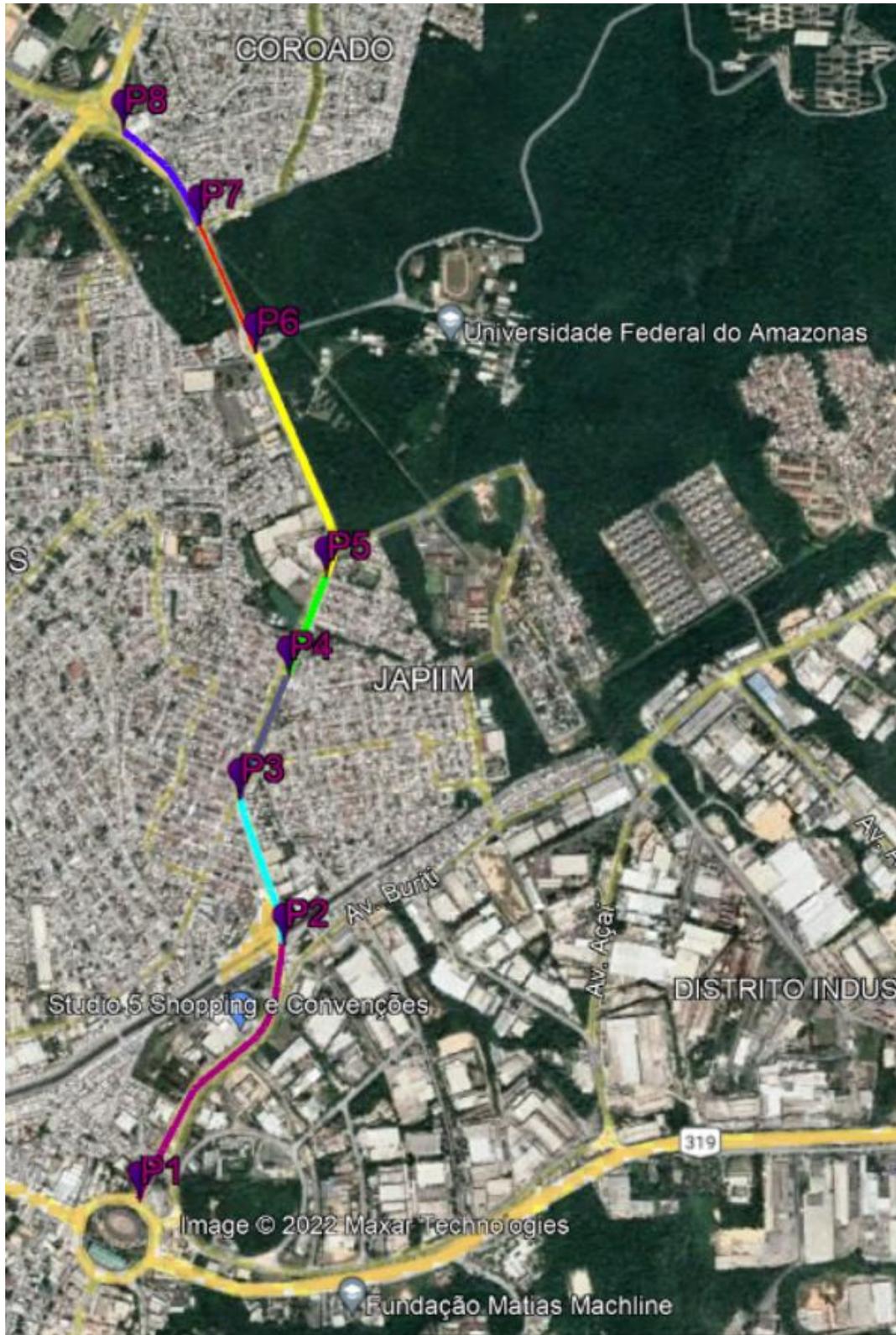
P5 – Semáforo em frente ao Baratão da Carne

P6 – Semáforo em frente a UFAM

P7 – Interseção com Av. Astro Barroso

P8 – CVGM

Figura 3- Seções estudadas no sentido do Distrito-CVGM



Fonte: Google Earth

Para fazer possíveis análises das influências das rampas sobre o desempenho dos veículos de carga na via, extraiu-se o perfil de elevação da via pelo Google Earth.

Figura 4 - Perfil de elevação da Av. General Rodrigo Otávio no trecho estudado



Fonte: Google Earth

3.2. Metodologia

3.2.1. Contagem volumétrica do tráfego

A pesquisa de contagem volumétrica, conforme a CET, tem como objetivo determinar a composição do tráfego durante uma unidade de tempo nos pontos a serem observados.

A quantidade de veículos foi medida pelos pesquisadores de forma manual. O pesquisador foi posicionado no posto de contagem determinado, onde pode ter uma boa visibilidade do fluxo a ser observado.

A classificação dos veículos utilizada foi a seguinte: carros de passeio, camionetas, ônibus (2C, 3c e articulado), caminhões (2C, 3C, 4C, 2S1, 2S2, 2S3, 3S2, 3S3, 3S2S2, 2C2, 2C3, 3C2, 3C3), motos e bitrem 9 eixos.

Fez-se a contagem acumulada durante todo o período, ou seja, o contador não foi zerado. Essa pesquisa foi realizada em três dias 08, 10 e 11 de março de 2022, no ponto escolhido para fazer a coleta dos dados que foi em frente a UFAM. Nesse ponto pôde-se observar o fluxo em ambos os sentidos da via.

Posteriormente, fez-se a somatória da quantidade geral dos veículos para determinar o volume simples de veículos. Por fim, calculou-se o volume equivalente pelo fator de equivalência do tipo de veículo. Para esse estudo foram usados fatores de equivalência definidos pelo DNIT e pelo IMMÚ, com isso pôde-se fazer comparação entre os resultados obtidos. Na tabela a seguir são expostos os fatores de equivalência definidos pelo MANAUSTRANSe pelo DNIT.

Tabela 1 - Fator de equivalência em carros de passeio conforme o DNIT

Tipos de Veículos	VP	CO	SR/RE	M	B	SI
Fator de equivalência	1	1,5	2	1	0,5	1,1

Fonte: DNIT (2006).

Sendo:

VP – Veículo Padrão

CO - Caminhões e ônibus convencionais

O – Caminhões e ônibus longos

SR - Semi-Reboques

RE – Reboques

B- Bicicletas

SI – Sem informação

Tabela 2 - Fator de equivalência em carros de passeio conforme o MANAUSTRANS

Tipos de Veículos	VP	M	OC	OA	C	CA
Fator de equivalência	1	0,5	2	4	2	4

Fonte: MANAUSTRANS (2013).

Sendo:

OC- Ônibus convencional

OA - Ônibus articulado

C- Caminhão

CA - Carreta

3.2.2. Velocidade e Retardamento

Para a determinação da velocidade média operacional, fez-se a pesquisa de velocidade e retardamento conforme o DNIT (2006). O método adotado foi o do veículo-teste. Antes de começar as análises, determinou-se a quantidade mínima de viagens a serem analisadas conforme a CET. Ela definiu que são necessárias de 8 a 10 viagens para caracterizar o tempo total de percurso de uma via. Sendo assim, para a pesquisa em questão foram feitas 8 viagens para cada sentido da via.

Diante de tais informações, primeiramente, definiu-se a área de estudo e fez-se divisão dela em seções, visando melhorar a identificação dos trechos problemáticos e influência deles no trecho completo. Demarcou-se os limites de cada segmento com base nos semáforos dispostos na via. Com as seções definidas, pôde-se fazer o estudo. Foram obtidos dados de ambos os sentidos. As tabelas 3 e 4 ilustram os segmentos estudados em cada sentido da via:

Tabela 3 - Seções de Controle no sentido CVGM – Distrito

TRECHO	TRECHO	DISTÂNCIA (km)
Rotatório Gilberto Mestrinho - Semáforo em frente a UFAM	TRECHO 01	1.08
Semáforo em frente a UFAM - Semáforo Baratão da Carne	TRECHO 02	0.933
Semáforo em frente ao Baratão da Carne - Semáforo em frente a interseção com R. Domingos Ilara	TRECHO 03	0.445
Semáforo em frente a interseção com R. Domingos Ilara - Semáforo em frente ao Posto Shell	TRECHO 04	0.5
Semáforo em frente ao Posto Shell - Interseção com Av. Manaus	TRECHO 05	0.595
Interseção com A. Manaus - Rotatória da Suframa	TRECHO 06	1.15

Fonte: Autor, 2022

Tabela 4 - Seções de Controle no sentido Distrito - CVGM

TRECHO	TRECHO	DISTÂNCIA (km)
Rotatória da Suframa - Interseção com Av. Manaus	TRECHO 01	1.17
Interseção com Av. Manaus -Semáforo em frente ao Posto Shell	TRECHO 02	0.581
Semáforo em frente ao Posto Shell-Semáforo em frente a Força Construtiva	TRECHO 03	0.515
Semáforo em frente a Força Construtiva- Semáforo Baratão da Carne	TRECHO 04	0.408
Semáforo Baratão da Carne-Semáforo em frente a UFAM	TRECHO 05	0.950
Semáforo em frente a UFAM - Interseção com Rua Astro Barroso	TRECHO 06	0.544
Interseção com R. Astro Barroso- Rotatória Gilberto Mestrinho	TRECHO 07	0.485

Fonte: Autor, 2022

A pesquisa foi realizada na Av. Rodrigo Otávio nos dois sentidos da via, no período de 14:00 às 17:00 em dias diferentes, entre CVGM e a Rotatória da Suframa. Os dias da semana em que foram feitas as pesquisas, foram terça-feira, quarta-feira e quinta-feira, por serem os mais representativos, isto é, não têm influências de sazonalidades.

Para a realização da pesquisa, dois pesquisadores percorreram a rota a ser analisada com o veículo-teste, sendo um dirigindo e outro filmando a rota. As viagens foram feitas seguindo caminhões de carga no trecho para que, posteriormente, analise-se a operação dos veículos de carga mediante determinação de velocidades de percurso na via e os motivos para que ocorram os retardos.

Analisou-se cada vídeo a fim de obter os tempos de percurso, tempos de retardamentos que houveram, as causas destes (semáforo, congestionamento, parada de ônibus, faixa de pedestre), e assim, o tempo de deslocamento efetivo. Foram feitas tabelas para fazer a anotação das informações e análises.

Figura 5 - Filmagem da via



Fonte: Autor, 2022

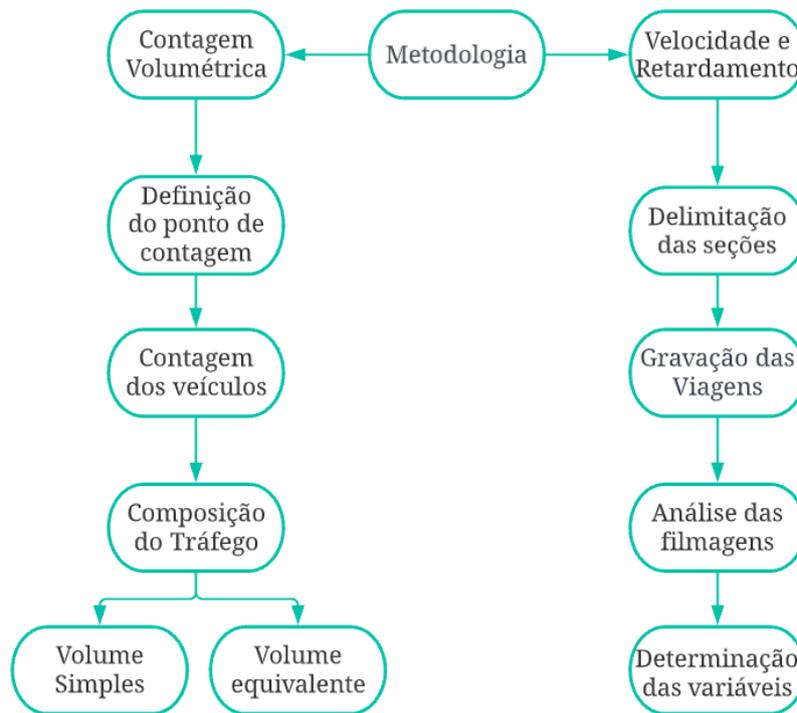
A figura acima é uma demonstração das gravações que foram feitas para posteriores análises do tráfego no local.

Posteriormente, obteve-se, através do google maps, a extensão de cada segmento, e assim, calculou-se a velocidade média de percurso para cada seção e para o trecho geral.

3.3. Resumo da metodologia aplicada

O diagrama abaixo mostra como um resumo de como foi a metodologia deste trabalho. Nele estão expostos os processos metodológicos para a pesquisa de contagem volumétrica e pesquisa de velocidade e retardamento

Gráfico 2 - Metodologia do estudo



Fonte: Autor, 2022

3.4. Resultados

3.4.1. Contagem volumétrica do tráfego

Para caracterizar o tráfego na Av. Rodrigo Otávio, fez-se a pesquisa de contagem volumétrica em três dias, 08/03/2022, 10/03/2022 e 11/03/2022. O ponto de contagem definido foi a parada de ônibus em frente a UFAM. Nele, observou-se o fluxo de veículos em ambos os sentidos da via. Os dados obtidos com essa pesquisa estão expostos nas tabelas 5 à 10.

Tabela 5 - Contagem de Veículos realizada no dia 08/03/2022 no sentido CVGM-Distrito

HORÁRIO		11:30-11:45	11:45-12:00	12:00-12:15	12:15-12:30
CARRO DE PASSEIO		306	405	390	411
CAMIONETAS		80	66	74	66
ÔNIBUS	2C	9	9	10	11
	3C	0	0	0	0
	ARTICULADO	1	0	1	1
CAMINHÕES	2C	12	17	11	17
	3C	6	7	8	5
	4C	0	0	0	1
	2S1	0	0	0	0

	2S2	0	0	0	1
	2S3	5	8	3	5
	3S2	1	0	0	0
	3S3	2	0	3	1
	3S2S2	0	0	0	0
	2C2	0	0	0	0
	2C3	0	0	0	0
	3C2	0	0	0	0
	3C3	0	0	0	0
	MOTOS	117	110	110	108
	BITREM-9 EIXOS	1	1	0	1

Fonte: Autor, 2022

Tabela 6 - Contagem de Veículos realizada no dia 08/03/2022 no sentido Distrito-CVGM

HORÁRIO		11:30-11:45	11:45-12:00	12:00-12:15	12:15-12:30
CARRO DE PASSEIO		312	293	284	261
CAMIONETAS		55	66	67	58
ÔNIBUS	2C	4	11	13	13
	3C	0	0	0	0
	ARTICULADO	1	1	1	1
CAMINHÕES	2C	14	14	17	14
	3C	4	7	10	5
	4C	0	0	0	0
	2S1	0	0	0	0
	2S2	0	1	1	0
	2S3	8	3	2	9
	3S2	0	0	0	0
	3S3	4	3	2	5
	3S2S2	0	0	0	0
	2C2	0	0	0	0
	2C3	0	0	0	0
	3C2	0	0	0	0
	3C3	0	0	0	0
	MOTOS	84	81	67	65
	BITREM-9 EIXOS	3	1	1	0

Fonte: Autor, 2022

Tabela 7 - Contagem de Veículos realizada no dia 10/03/2022 no sentido CVGM-Distrito

HORÁRIO		11:30-11:45	11:45-12:00	12:00-12:15	12:15-12:30
CARRO DE PASSEIO		195	268	240	228
CAMIONETAS		75	45	48	51
ÔNIBUS	2C	8	9	10	8
	3C	0	0	0	0
	ARTICULADO	1	0	1	2
CAMINHÕES	2C	17	15	13	14

	3C	4	3	2	2
	4C	0	0	0	0
	2S1	0	0	0	0
	2S2	1	0	0	1
	2S3	5	3	7	0
	3S2	1	0	0	3
	3S3	0	3	1	0
	3S2S2	0	0	0	0
	2C2	0	0	0	0
	2C3	0	0	0	0
	3C2	0	0	0	0
	3C3	0	0	0	0
	MOTOS	90	82	62	90
	BITREM-9 EIXOS	1	2	0	1

Fonte: Autor, 2022

Tabela 8 - Contagem de Veículos realizada no dia 10/03/2022 no sentido Distrito-CVGM

HORÁRIO		11:30-1:45	11:45-12:00	12:00-12:15	12:15-12:30
CARRO DE PASSEIO		338	368	391	354
CAMIONETAS		67	83	65	74
ÔNIBUS	2C	9	7	10	14
	3C	0	0	0	0
	ARTICULADO	1	1	0	1
CAMINHÕES	2C	10	12	9	3
	3C	8	5	10	11
	4C	0	0	0	0
	2S1	0	0	0	0
	2S2	0	0	0	0
	2S3	5	8	4	7
	3S2	0	0	0	0
	3S3	10	7	3	0
	3S2S2	0	0	0	0
	2C2	0	0	0	0
	2C3	0	0	0	0
	3C2	0	0	0	0
	3C3	0	0	1	0
	MOTOS	117	99	98	111
	BITREM-9 EIXOS	2	1	1	0

Fonte: Autor, 2022

Tabela 9 - Contagem de Veículos realizada no dia 11/03/2022 no sentido CVGM-Distrito

HORÁRIO		11:30-11:45	11:45-12:00	12:00-12:15	12:15-12:30
CARRO DE PASSEIO		393	373	344	373
CAMIONETAS		72	74	72	67

ÔNIBUS	2C	10	12	13	14
	3C	0	1	0	0
	ARTICULADO	2	0	1	1
CAMINHÕES	2C	12	12	8	11
	3C	7	8	3	7
	4C	0	0	0	0
	2S1	0	0	0	0
	2S2	0	0	1	0
	2S3	8	6	15	7
	3S2	0	0	0	1
	3S3	1	2	5	0
	3S2S2	0	0	0	0
	2C2	0	0	0	0
	2C3	0	0	0	0
	3C2	0	0	0	0
	3C3	0	0	0	0
	MOTOS	115	88	96	106
	BITREM-9 EIXOS	1	0	0	4

Fonte: Autor, 2022

Tabela 10 - Contagem de Veículos realizada no dia 11/03/2022 no sentido Distrito-CVGM

HORÁRIO		11:30-11:45	11:45-12:00	12:00-12:15	12:15-12:30
CARRO DE PASSEIO		291	270	235	314
CAMIONETAS		62	57	51	55
ÔNIBUS	2C	7	14	6	6
	3C	0	0	0	0
	ARTICULADO	1	0	1	0
CAMINHÕES	2C	16	13	7	16
	3C	7	9	4	6
	4C	2	0	0	0
	2S1	0	0	0	0
	2S2	0	0	0	0
	2S3	3	6	5	7
	3S2	0	2	0	0
	3S3	2	1	1	3
	3S2S2	0	0	0	0
	2C2	0	0	0	0
	2C3	0	0	0	0
	3C2	0	0	0	0
	3C3	0	0	0	0
	MOTOS	67	75	74	72
	BITREM-9 EIXOS	0	3	1	0

Fonte: Autor, 2022

Para posteriormente analisar a composição do tráfego, dividiu-se a tabela conforme a classificação do DNIT.

3.4.2. Velocidade e retardamento

Foram utilizados os dados obtidos para a verificação dos tempos perdidos, motivos dos retardos (semáforo (S), congestionamento (C) ou faixa de pedestre (F)), velocidade de cruzeiro, velocidade média de percurso por meio das observações das gravações feitas percorrendo o trecho do estudo com o veículo-teste. As tabelas 11,12,13,14,15,16,17 e 18 mostram parâmetros que foram obtidos na rota no sentido do Porto Chibatão e Super Terminais.

Tabela 11 - Parâmetros obtidos com a gravação 1

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S (s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	63	63	0	0	0	63	0%	0%
TRECHO 02	0.933	120	27.99	42	2	44	76	35%	1.7%
TRECHO 03	0.445	129	12.42	59	2	61	68	45.7%	1.6%
TRECHO 04	0.5	78	23.08	24	0	24	54	30.8%	0%
TRECHO 05	0.595	43	49.81	0	0	0	43	0%	0%
TRECHO 06	1.15	83	49.88	0	0	0	83	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	516	32.81	125	4	129	387	24.2%	0.8%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 12 - Parâmetros obtidos com a gravação 2

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	77	50.49	0	0	0	77	0%	0%
TRECHO 02	0.933	98	34.27	18	0	18	80	18.4%	0%
TRECHO 03	0.445	155	10.34	61	0	61	94	39.4%	0%
TRECHO 04	0.5	38	47.37	0	0	0	38	0%	0%
TRECHO 05	0.595	47	45.57	0	0	0	47	0%	0%

TRECHO 06	1.15	83	49.88	0	0	0	83	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	498	34.00	79	0	79	419	15.9%	0%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 13 - Parâmetros obtidos com a gravação 3

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA			TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA		
				S (s)	C (s)	F (s)			S(s)	C (s)	F (s)
TRECHO 01	1.08	95	40.93	0	0	8	8	87	0%	0%	8.4%
TRECHO 02	0.933	131	25.64	18	0	0	18	113	13.7%	0%	0%
TRECHO 03	0.445	50	32.04	16	0	0	16	34	32%	0%	0%
TRECHO 04	0.5	57	31.58	0	0	0	0	57	0%	0%	0%
TRECHO 05	0.595	54	39.67	0	0	0	0	54	0%	0%	0%
TRECHO 06	1.15	111	37.3	0	0	0	0	111	0%	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	498	33.98	34	8	0	42	456	6.8%	0%	1.6%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 14 - Parâmetros obtidos com a gravação 4

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	70	54.00	0	0	0	70	0%	0%
TRECHO 02	0.933	93	36.77	11	0	11	82	11.8%	0%
TRECHO 03	0.445	195	7.53	121	0	121	74	62.1%	0%
TRECHO 04	0.5	41	46.54	0	0	0	41	0%	0%
TRECHO 05	0.595	39	58.34	0	0	0	39	0%	0%
TRECHO 06	1.15	88	46.23	0	0	0	88	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	526	32.17	132	0	132	394	25.1%	0%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 15 - Parâmetros obtidos com a gravação 5

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	68	57.18	0	0	0	44	0%	0%
TRECHO 02	0.933	200	16.79	32	38	70	130	16%	19%
TRECHO 03	0.445	176	9.10	80	30	110	66	45.5%	17%
TRECHO 04	0.5	84	21.43	29	0	29	55	34.5%	0%
TRECHO 05	0.595	49	43.71	0	0	0	49	0%	0%
TRECHO 06	1.15	115	36.00	0	0	0	115	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	692	24.47	141	68	209	483	20.4%	9.8%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 16 - Parâmetros obtidos com a gravação 6

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	75	51.84	0	0	0	75	0%	0%
TRECHO 02	0.933	95	35.36	29	7	36	59	30.5%	7.4%
TRECHO 03	0.445	197	8.13	54	76	130	67	27.4%	38.6%
TRECHO 04	0.5	96	18.75	45	0	45	51	46.9%	0%
TRECHO 05	0.595	45	47.6	0	0	0	45	0%	0%
TRECHO 06	1.15	102	40.59	9	0	9	93	8.8%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	610	27.79	137	83	220	390	22.5%	13.6%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 17 - Parâmetros obtidos com a gravação 7

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	66	58.91	0	0	0	66	0%	0%

TRECHO 02	0.933	357	9.41	35	127	162	195	9.8%	35.6%
TRECHO 03	0.445	145	11.05	95	0	95	50	65.5%	0%
TRECHO 04	0.5	40	45	0	0	0	40	0%	0%
TRECHO 05	0.595	50	42.84	0	0	0	50	0%	0%
TRECHO 06	1.15	80	51.75	0	0	0	80	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	738	22.94	130	127	257	481	17.6%	17.2%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 18 - Parâmetros obtidos com a gravação 8

TRECHO	EXTENSÃO O (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.08	73	53.26	0	0	0	0	0%	0%
TRECHO 02	0.933	99	33.93	0	0	0	99	0%	0%
TRECHO 03	0.445	141	11.36	65	0	65	76	46.1%	0%
TRECHO 04	0.5	105	17.14	30	0	30	75	28.6%	0%
TRECHO 05	0.595	34	63.00	0	0	0	34	0%	0%
TRECHO 06	1.15	76	54.47	0	0	0	76	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.703	528	32.07	95	0	95	360	18%	0%

Fonte: Autor, 2022

Com relação ao sentido Complexo Gilberto Mestrinho, os dados obtidos estão apresentados nas tabelas 19,20,21,22,23,24,25 e 26.

Tabela 19 - Parâmetros obtidos com a gravação 9

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	132	31.91	0	0	0	132	0%	0%
TRECHO 02	0.581	88	23.77	19	38	57	31	21.6%	43.2%
TRECHO 03	0.515	139	13.34	78	0	78	61	56.1%	0%
TRECHO 04	0.408	60	24.48	0	0	0	60	0%	0%
TRECHO 05	0.950	171	20.00	0	27	27	144	0%	15.8%

TRECHO 06	0.551	72	27.2	0	0	0	72	0%	0%
TRECHO 07	0.499	32	28.16	0	0	0	62	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	724	23.14	97	65	162	562	13.4%	9%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 20 - Parâmetros obtidos com a gravação 10

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP(km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	136	30.97	11	0	11	125	8.1%	0%
TRECHO 02	0.581	191	10.95	41	53	94	97	21.5%	27.7%
TRECHO 03	0.515	373	4.97	214	0	214	159	57.4%	0%
TRECHO 04	0.408	134	10.96	35	10	45	89	26.1%	7.5%
TRECHO 05	0.950	234	14.62	0	27	27	207	0%	11.5%
TRECHO 06	0.551	36	54.40	0	0	0	36	0%	0%
TRECHO 07	0.499	49	35.63	0	0	0	49	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	1153	14.53	301	90	391	762	26.1%	7.8%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 21 - Parâmetros obtidos com a gravação 11

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	75	56.16	0	0	0	75	0%	0%
TRECHO 02	0.581	121	17.29	36	0	36	85	29.8%	0%
TRECHO 03	0.515	156	11.88	84	0	84	72	53.8%	0%
TRECHO 04	0.408	43	34.16	0	0	0	43	0%	0%
TRECHO 05	0.950	145	23.59	0	0	0	145	0%	0%

TRECHO 06	0.551	59	33.19	0	0	0	59	0%	0%
TRECHO 07	0.499	87	20.07	0	0	0	87	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	686	24.42	120	0	120	566	17.5 %	0%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 22 - Parâmetros obtidos com a gravação 12

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	108	39.00	0	0	0	108	0%	0%
TRECHO 02	0.581	93	22.49	35	0	35	58	37.6%	0%
TRECHO 03	0.515	223	8.31	133	0	133	90	59.6%	0%
TRECHO 04	0.408	86	17.08	29	0	29	57	33.7%	0%
TRECHO 05	0.950	128	26.72	0	0	0	128	0%	0%
TRECHO 06	0.551	41	47.77	0	0	0	41	0%	0%
TRECHO 07	0.499	51	34.24	0	0	0	51	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	730	22.95	197	0	197	533	27%	0%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 23 - Parâmetros obtidos com a gravação 13

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	77	54.7	0	0	0	77	0%	0%
TRECHO 02	0.581	88	23.77	29	4	33	55	33%	4.5%
TRECHO 03	0.515	133	13.94	0	3	3	130	0%	2.3%
TRECHO 04	0.408	77	19.08	0	0	0	77	0%	0%
TRECHO 05	0.950	187	18.29	23	0	23	164	12.3%	0%
TRECHO 06	0.551	34	57.60	0	0	0	34	0%	0%
TRECHO 07	0.499	38	45.95	0	0	0	38	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	634	26.42	52	7	59	575	8.2%	1.1%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 24 - Parâmetros obtidos com a gravação 14

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	77	54.70	0	0	0	77	0%	0%
TRECHO 02	0.581	65	32.18	29	4	33	32	44.6%	6.2%
TRECHO 03	0.515	211	8.79	0	3	3	208	0%	2%
TRECHO 04	0.408	54	27.20	0	0	0	54	0%	0%
TRECHO 05	0.950	99	34.55	23	0	23	76	23.2%	0%
TRECHO 06	0.551	43	45.54	0	0	0	43	0%	0%
TRECHO 07	0.499	36	48.50	0	0	0	36	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	585	28.63	52	7	56	526	8.9%	1.2%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 25 - Parâmetros obtidos com a gravação 15

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIR O (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	87	48.41	0	0	0	87	0%	0%
TRECHO 02	0.581	167	12.52	29	31	60	107	17.4%	18.6%
TRECHO 03	0.515	186	9.97	79	16	95	91	42.5%	8.6%
TRECHO 04	0.408	61	24.08	0	0	0	61	0%	0%
TRECHO 05	0.950	102	33.53	0	0	0	102	0%	0%
TRECHO 06	0.551	45	43.53	0	0	0	45	0%	0%
TRECHO 07	0.499	54	32.33	0	0	0	54	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	702	23.86	108	47	155	607	15.4%	6.7%

Fonte: Autor, 2022

Tabela 26 - Parâmetros obtidos com a gravação 16

TRECHO	EXTENSÃO (km)	TEMPO TOTAL (s)	VMP (km/h)	MOTIVO DA PARADA		TEMPO PARADO (s)	TEMPO DE CRUZEIRO (s)	MOTIVO DA PARADA	
				S(s)	C (s)			S(s)	C (s)
TRECHO 01	1.17	72	58.50	0	0	0	72	0%	0%
TRECHO 02	0.581	164	12.75	29	31	60	104	17.7%	18.9%
TRECHO 03	0.515	187	9.91	79	16	95	92	42.2%	8.6%
TRECHO 04	0.408	91	16.14	0	0	0	91	0%	0%
TRECHO 05	0.950	122	28.03	0	0	0	122	0%	0%
TRECHO 06	0.551	46	42.57	0	0	0	46	0%	0%
TRECHO 07	0.499	62	28.16	0	0	0	62	0%	0%
TRECHO TOTAL	4.653	744	22.51	108	47	155	589	14.5%	6.3%

Fonte: Autor, 2022

3.5. Análise dos dados e discussão

3.5.1. Contagem volumétrica do tráfego

Com os dados das tabelas 5 a 10, calculou-se o volume simples no horário da pesquisa em ambos os sentidos de tráfego. Levando-se em consideração os dois sentidos, no dia 08/03 4.267 veículos, no dia 10/03 3.937 veículos e no dia 11/03 4.118. A tabela 11 mostra os valores de volume simples que foram contabilizados.

Tabela 27 - Volume simples de veículos em cada sentido da via nos dias em que a pesquisa foi realizada

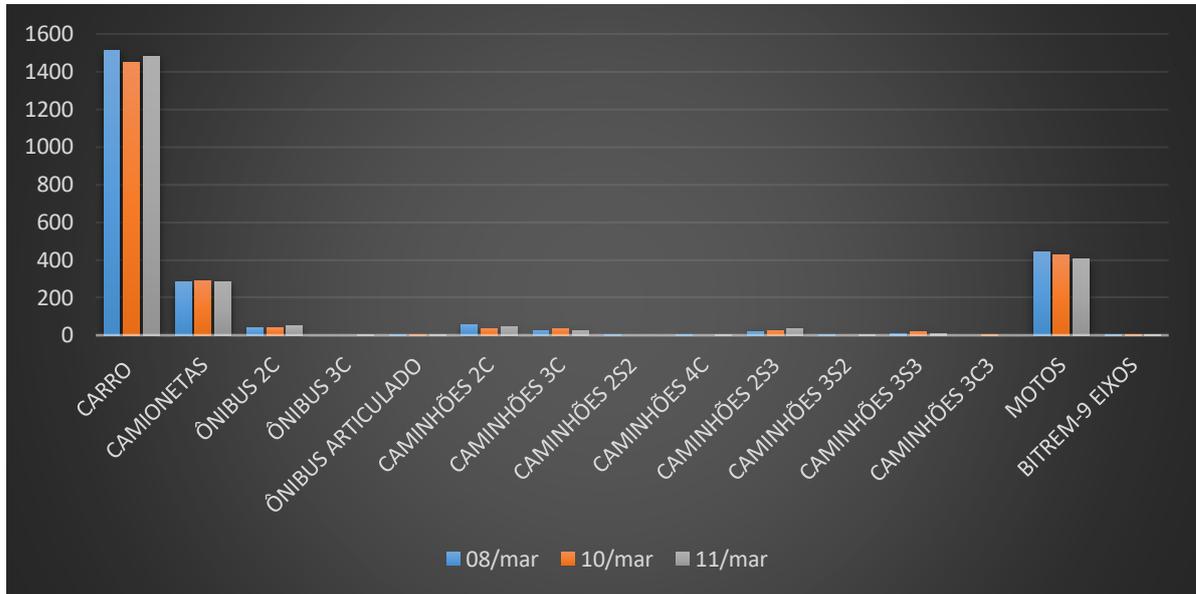
Sentido	08/mar	10/mar	11/mar
CVGM- Distrito	2401	2325	2346
Distrito - CVGM	1866	1612	1772

Fonte: Autor, 2022

3.5.1.1. Sentido CVGM- Distrito

Analisando-se a composição do tráfego no sentido CVGB – Distrito no gráfico 1, observa-se que não houve muita variação quanto a composição do tráfego nos dias da pesquisa. Sendo no geral, o dia 10/03, o dia em que apresentou a menor movimentação de veículos.

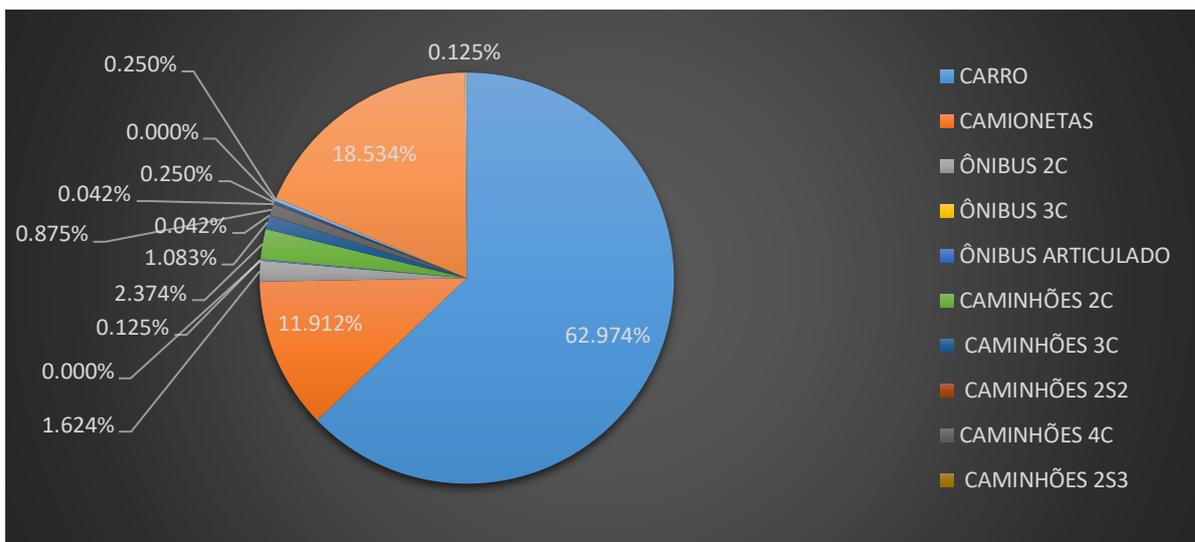
Gráfico 3 - Composição do tráfego durante a contagem nos dias 08/03,10/03 e 11/03 no sentido CVGM-Distrito



Fonte: Autor, 2022

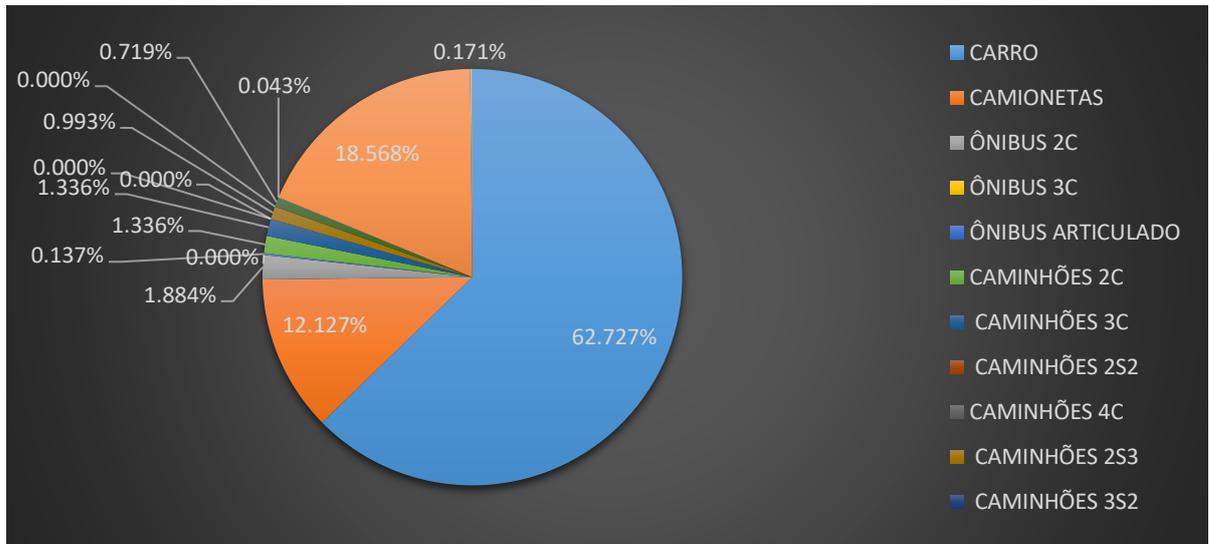
A composição predominante nos três dias: carro de passeio, camionetas e motos, tal observação pode ser confirmada nos gráficos 02,03 e 04. Estes apresentam a porcentagem de participação dos veículos de cada classificação considerada para a pesquisa.

Gráfico 4 - Composição do tráfego em porcentagem dia 08/03 no sentido CVGM-Distrito



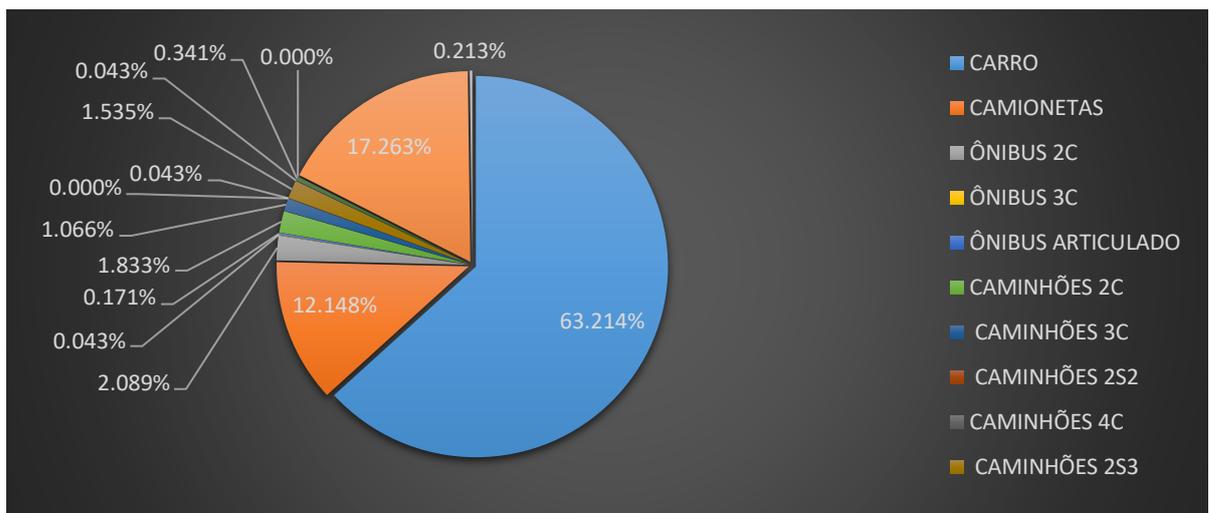
Fonte: Autor, 2022

Gráfico 5 - Composição do tráfego em porcentagem dia 10/03 no sentido CVGM-Distrito



Fonte: Autor, 2022

Gráfico 6 - Composição do tráfego em porcentagem dia 11/03 no sentido CVGM-Distrito



Fonte: Autor, 2022

Comparando as porcentagens da composição de veículos no ponto em frente a UFAM, nota-se que carros, camionetas e ônibus (convencionais e articulados) estão em torno de 95% e os caminhões, independente da classificação, 5%.

Além dessas análises, fez o cálculo do volume equivalente de carros de passeio com os fatores de equivalência das tabelas 1 e 2, e comparou-se os resultados. A tabela 12 mostra a comparação.

Tabela 28 - Comparação dos valores de volume de equivalência sentido CVGM-Distrito

Dias		08/mar	10/mar	11/mar
Volume de equivalência	DNIT	2641	2576	2602
	MANAUSTRANS	2693	2666	2710

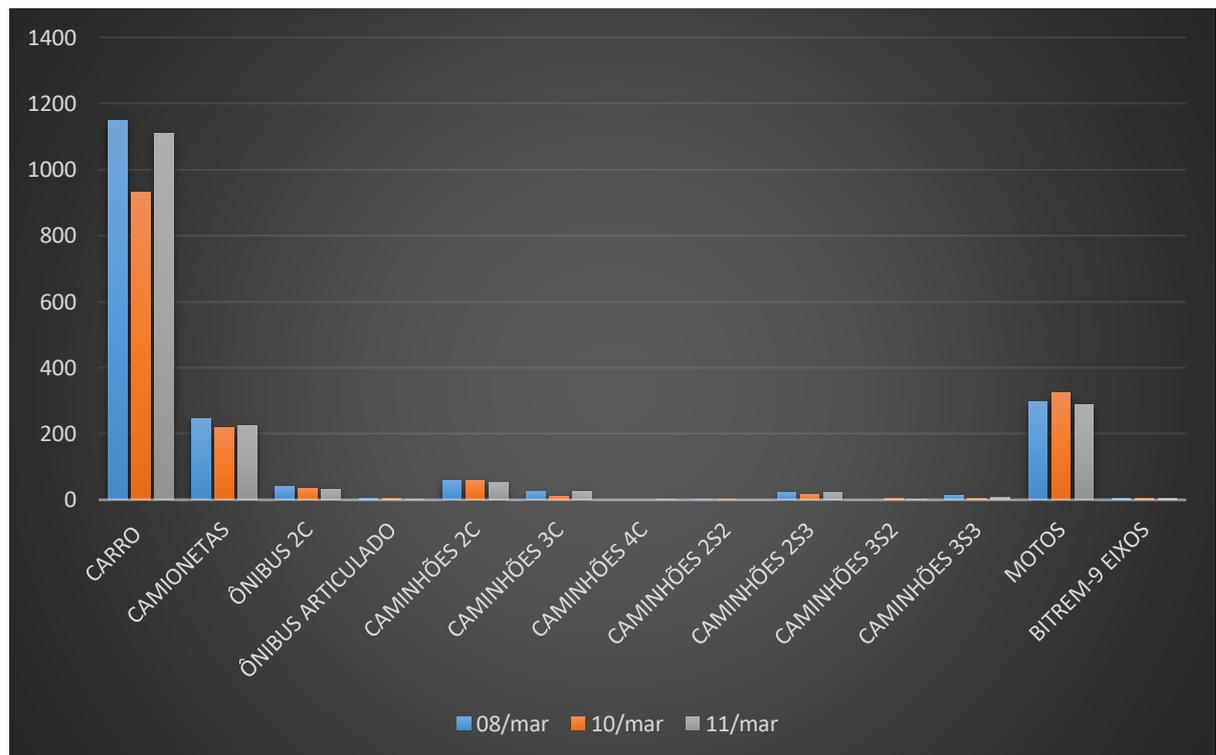
Fonte: Autor, 2022

Diante do exposto na tabela acima, pode-se constatar que os volumes obtidos com os fatores de equivalência determinados pelo MANAUSTRANS geram valores mais altos, tendo uma diferença de valores que chega a 108 veículos equivalentes no dia 11/03.

3.5.1.2. Sentido Distrito-CVGM

Conforme o gráfico 5 (Composição do tráfego no sentido Distrito – CVGM nos dias 08/03,10/03 e 11/03), observa-se que não houve grande variação quanto a composição do tráfego nos dias da pesquisa. Sendo no geral, o dia 10/03, o dia em que apresentou a menor movimentação de veículos.

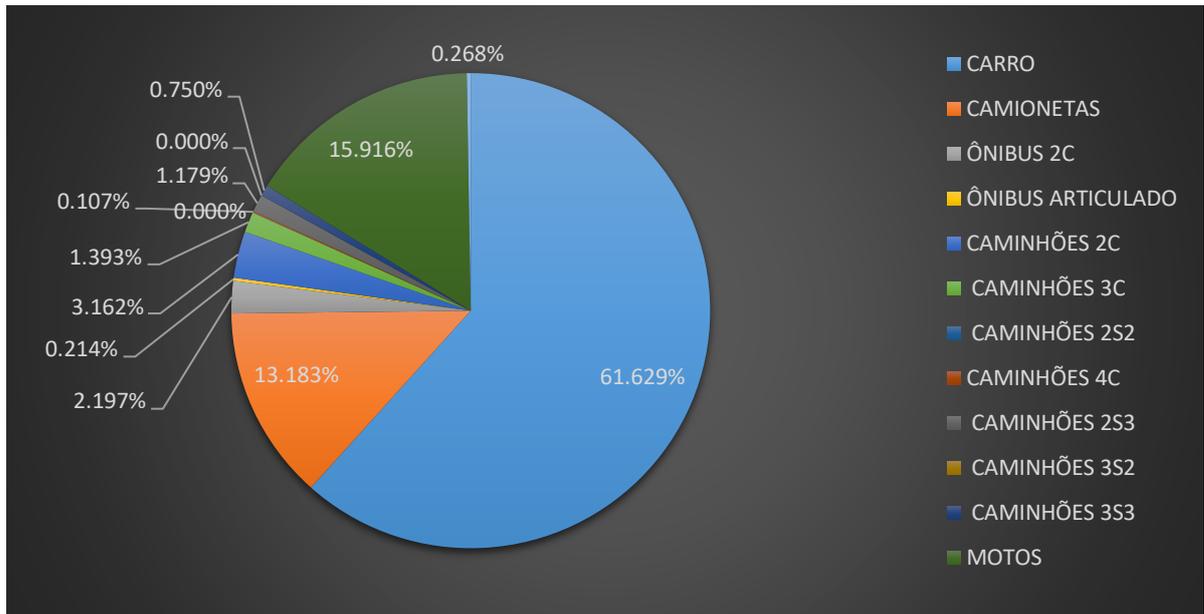
Gráfico 7 - Composição do tráfego sentido Distrito-CVGM nos dias 08/03, 10/03 e 11/03



Fonte: Autor, 2022

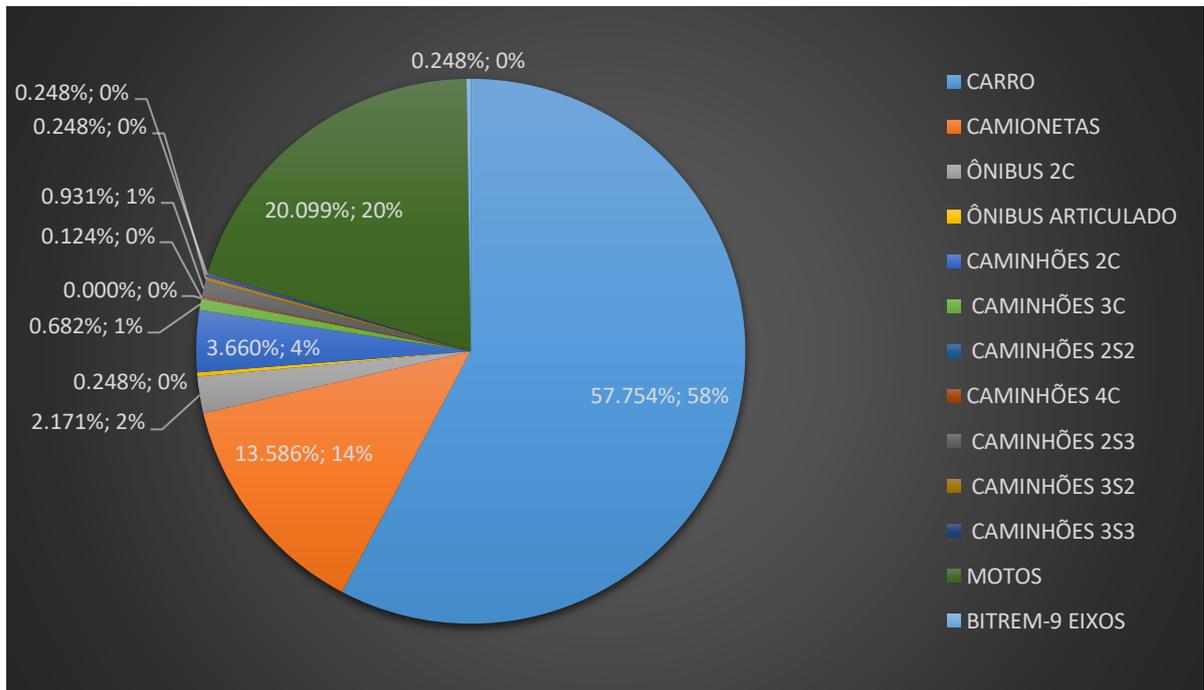
A composição predominante nos três dias, da mesma forma que foi observado no sentido CVGM-Distrito, foi: carro de passeio, camionetas e motos, tal observação pode ser confirmada nos gráficos 06,07 e 08. Eles apresentam a porcentagem de participação veículos de cada classificação considerada para a pesquisa.

Gráfico 8 - Composição do tráfego dia 08/03 no sentido Distrito-CVGM



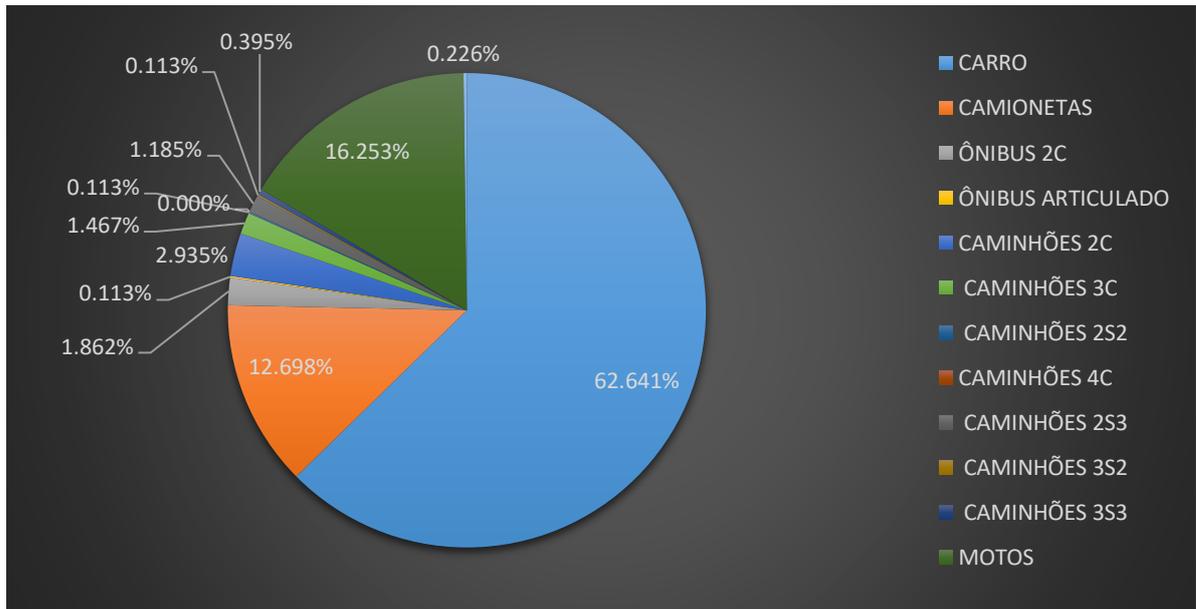
Fonte: Autor, 2022

Gráfico 9 - Composição do tráfego dia 10/03 no sentido Distrito-CVGM



Fonte: Autor, 2022

Gráfico 10 - Composição do tráfego dia 11/03 no sentido Distrito-CVGM



Fonte: Autor, 2022

Comparando os gráficos das porcentagens da composição de veículos no ponto em frente à UFAM, verifica-se que carros, camionetas e ônibus (convencionais e articulados) estão em torno de 93% e 94%, enquanto os caminhões, independente da classificação, 6% a 7%.

Além dessas análises, fez-se o cálculo do volume equivalente com os fatores de equivalência das tabelas 1 e 2, e comparou-se os resultados. A tabela 13 mostra a comparação.

Tabela 29 - Comparação dos valores de volume de equivalência no sentido Distrito-CVGM

Dias		08/mar	10/mar	11/mar
Volume de equivalência	DNIT	2094	1803	1973
	MANAUSTRANS	2231	1873	2074

Fonte: Autor, 2022

Verifica-se a divergência entre os valores obtidos com os coeficientes do DNIT e do IMMU, sendo o resultado do MANAUSTRANS muito acima (em torno de 200 veículos equivalente a mais no dia 8/03), haja visto o fator de equivalência para as carretas ser 4.

3.5.2. Velocidade e retardamento

3.5.2.1. Sentido CVGM-Distrito

Com a análise das tabelas 11 a 18, que correspondem aos dados obtidos de velocidade e retardamento na via no sentido CVMG-Distrito, apresenta-se a tabela 30 (resumo das variáveis encontradas em cada trecho) e o diagrama espaço-tempo do sentido

Tabela 30 - Resumo das variáveis encontradas em cada trecho da via no sentido CVGM-Distrito

TRECHO	DIST (km)	VELOCIDADE MÉDIA (km/h)									TEMPO MÉDIO (s)		RETARDOS (%)		
		VIAGEM									GERAL	S/ RET	S	C	T
		1	2	3	4	5	6	7	8	MÉDIA					
TRECHO 01	1.08	61.71	50.49	40.93	55.54	57.18	51.84	58.91	53.26	53.73	73.38	63.25	0.0	0.9	0.9
TRECHO 02	0.933	27.99	34.27	25.64	36.12	16.79	35.36	9.41	33.93	27.44	149.13	104.25	15.0	7.1	22.1
TRECHO 03	0.445	12.42	10.34	32.04	8.22	9.10	8.13	11.05	11.36	12.83	148.50	66.13	40.4	6.4	46.8
TRECHO 04	0.5	23.08	47.37	31.58	43.90	21.43	18.75	45.00	17.14	31.03	67.38	51.38	15.6	0.0	15.6
TRECHO 05	0.595	49.81	45.57	39.67	54.92	43.71	47.60	42.84	63.00	48.39	45.13	45.13	0.0	0.0	0.0
TRECHO 06	1.15	49.88	49.88	37.30	47.05	36.00	40.59	51.75	54.47	45.86	92.25	91.13	1.0	0.0	1.0
TRECHO GERAL	4.703	32.81	34.00	34.00	32.19	24.47	27.76	22.94	32.07	30.03	575.75	421.25	16.7	4.8	21.5

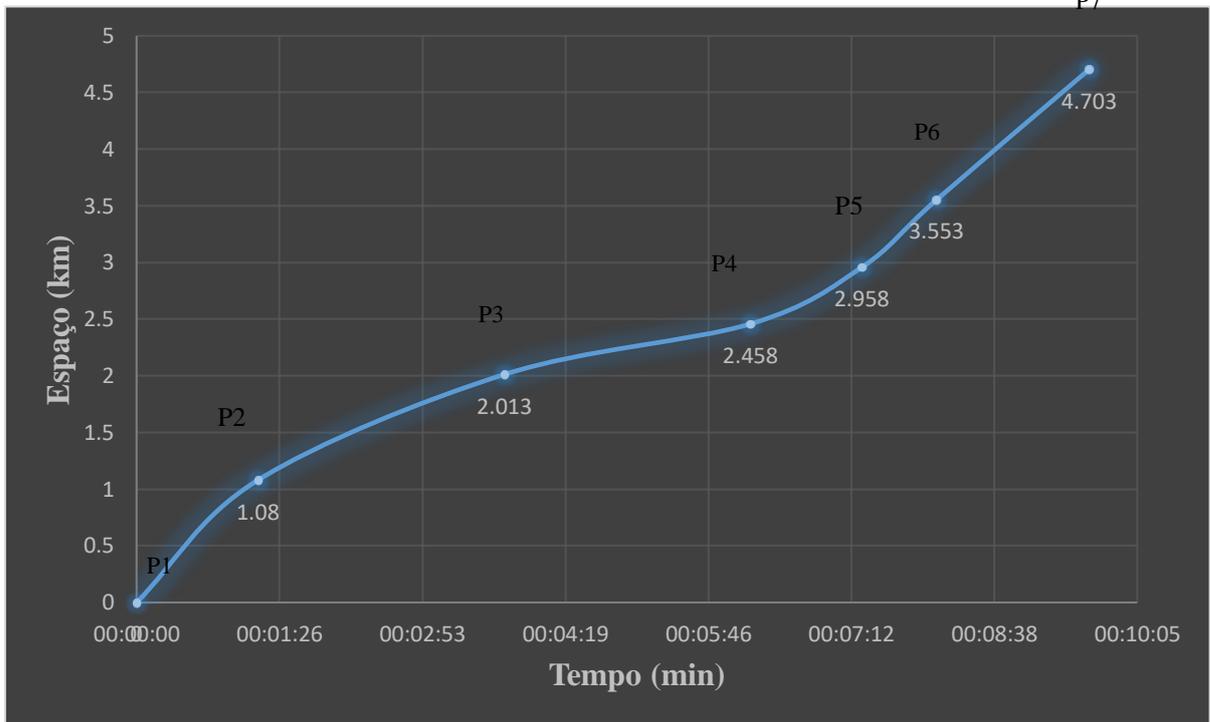
Fonte: Autor, 2022

A tabela acima mostra a média das velocidades médias de percurso, média dos tempos de percurso e tempos efetivos de viagem, além das porcentagens de retardamento. Com tais indicadores pode-se aferir qual o trecho é mais crítico.

Analisando o trecho geral, o atraso equivale a 21,5%, sendo 16,7% é devido aos semáforos e 4,8%, a congestionamento.

Com os valores de tempo de percurso e com a extensão de cada trecho, plotou-se o diagrama espaço-tempo.

Gráfico 11 - Espaço-tempo sentido CVGM-Distrito



Fonte: Autor, 2022

Sendo:

P1- CVGM

P2- Semáforo em frente à UFAM

P3- Semáforo em frente ao Baratão da Carne

P4- Semáforo na interseção da via com a R. Domingos Ilara

P5- Semáforo em frente ao Posto Shell

P6- Interseção com Av. Manaus

P7- Interseção com Rotatória da Suframa

De acordo com os gráficos 11, observou-se que do segmento do P1 para o P2, por não ter interrupções, apresenta um crescimento na velocidade, tendo como média das velocidades médias 53,73 km/h. Sendo, portanto, o trecho que teve a maior média das velocidades médias de percurso, onde os veículos de carga tiveram o melhor desempenho.

No segundo trecho, conforme o gráfico 11, pode-se observar que a inclinação da reta diminuiu, significando em um grande decréscimo na velocidade. Nesta seção há uma rampa

com declividade média é de 5,4%, onde o veículo de carga não tem dificuldade de trafegar e acaba imprimindo, em alguns pontos, uma velocidade mais alta, e também, há curvas ao longo dela, logo os motoristas dos caminhões de carga diminuem a velocidade para ter maior controle do veículo. Como um todo, há um tempo significativo de atraso, que chega a 22,1%, estes são causados, principalmente, pelo tempo de semáforo, como pode-se ter de verificar, na tabela 30, a porcentagem desse retardo é cerca de 15%.

O terceiro segmento é o mais crítico, apesar de ter três faixas de rolamento, nele há muita retenção do tráfego devido semáforo e congestionamentos. Neste trecho observou-se, retardamento por causa da redução de velocidade devido as paradas de ônibus e também devido ao retorno que tem, mostrando, assim, a necessidade de estudo de demanda do fluxo de retorno e análise da colocação de uma faixa de acomodação para que os veículos que vão fazer o retorno executem a manobra de forma segura.

Além disso, pode-se observar, que teve a velocidade média mais baixa 12,83 km/h de via. Isso é porque, tem-se ao longo deste trecho, dois semáforos que contribuem para que o tempo de retardo na via seja alto, cerca de 82 segundos. Com relação à porcentagem de atrasos nele, é cerca de 47%, sendo 40% devido tempo de semáforo e 7%, de congestionamentos decorrentes de entrada e saída de veículos de Pólos Geradores de Viagens, como o Baratão da Carne. A respeito do perfil de elevação, é um trecho que não há grandes inclinações, é quase plano.

A quarta seção tem a média das velocidades médias de percurso de 31,03 km/h, o que torna este o terceiro trecho com mais retardos. Os atrasos causados não são por causa dos tempos de semáforos, 16% do retardamento.

O quinto trecho tem em sua extensão uma rampa declive com inclinação de 4,6%, o que não interfere na circulação do veículo de carga, haja visto que está a favor da gravidade. Além disso, não há interrupções ao longo dele por não ter semáforos, sendo neste trecho a média das velocidades médias 48,39 km/h. Nele foi observado que há divergência quanto a velocidade máxima permitida, visto que, como exposto na figura 7, há do lado direito a placa de velocidade máxima permitida 50km/h e do lado esquerdo 40 km/h.

Figura 6 - Divergência na velocidade máxima permitida no trecho



Fonte: Google Maps

Por fim, o trecho 6 tem poucas interrupções, apesar de ter PGV's no entorno dele, como o Studio 5 Mall Shopping e Convenções. Ele é o trecho cuja média das velocidades médias foi 45,85 km/h, caracterizando-se assim, como um bom desempenho. Ele tem duas rampas, em sua extensão, um declive 3,7 % de inclinação e outro a cive com 2%.

No trecho geral, a média das velocidades médias foi de 30,03 e a porcentagem do tempo de parada foi de 22%, um valor significativo, necessitando, portanto, de intervenções no local.

3.5.2.2. Sentido Distrito- CVGM

Considerando os resultados das tabelas 19 a 26 que correspondem aos dados obtidos de velocidade e retardamento na via no sentido Distrito-CVGM, apresenta-se o esquema de velocidade e tempo de percurso nos segmentos e no trecho geral.

Tabela 31 - Resumo das variáveis encontradas em cada trecho da via no sentido Distrito-CVGM

TRECHO	DIST (km)	VELOCIDADE MÉDIA (km/h)									TEMPO MÉDIO		RETARDOS (%)		
		VIAGEM									GERAL	S/ RETARDO	S	C	T
		1	2	3	4	5	6	7	8	MÉDIA					
TRECHO 01	1.17	31.91	30.97	56.16	39.00	54.70	54.70	48.41	58.50	46.79	95.5	94.125	1	0	1
TRECHO 02	0.581	23.77	10.95	17.29	22.49	23.77	32.18	12.52	12.75	19.47	122.125	71.125	27.9	14.9	42.77
TRECHO 03	0.515	13.34	4.97	11.88	8.31	13.94	8.79	9.97	9.91	10.14	201.0	112.875	39.0	2.6	41.57
TRECHO 04	0.408	24.48	10.96	34.16	17.08	19.08	27.20	24.08	16.14	21.65	75.75	66.5	7.5	0.90	8.41
TRECHO 05	0.95	20.00	14.62	23.59	26.72	18.29	34.55	33.53	28.03	24.91	148.5	136.0	4.4	3.4	7.86
TRECHO 06	0.544	27.20	54.40	33.19	47.77	57.60	45.54	43.52	42.57	43.97	47.00	47.00	0	0	0
TRECHO 07	0.485	28.16	35.63	20.07	34.24	45.95	48.50	32.33	28.16	34.13	54.875	54.875	0	0%	0

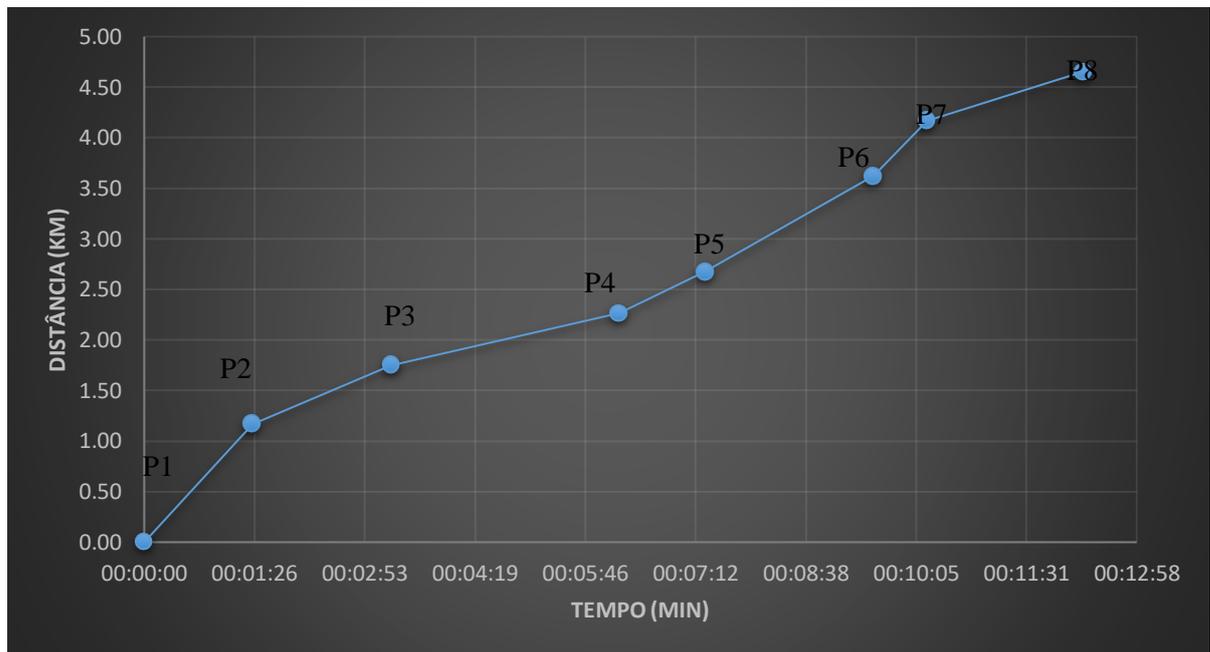
TRECHO GERAL	4.653	23.14	14.53	24.42	22.95	26.42	28.63	23.86	22.51	23.31	744.75	582.5	16.4	4%	20.4
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	------	----	------

Fonte: Autor, 2022

A tabela acima dispõe dos valores: média das velocidades médias de percurso, média dos tempos de percurso e tempos efetivos de viagem, além das porcentagens de retardamento. Analisando-se estas variáveis, pode-se conferir qual o trecho é mais crítico.

Com os valores de tempo de percurso e com a extensão de cada trecho, plotou-se o diagrama espaço-tempo.

Gráfico 12- Espaço-tempo no sentido Distrito-CVGM



Fonte: Autor, 2022

Sendo:

P1 – Interseção com Rotatória da Suframa

P2 – Interseção com Av. Manaus

P3- Semáforo em frente ao Posto Shell

P4 – Semáforo em frente a Força Construtiva

P5- Semáforo em frente ao Baratão da Carne

P6- Semáforo em Frente a UFAM

P7 – Interseção com via Astro Barroso

P8- Interseção com CVGM

Conforme com os gráficos 12, observou-se que do segmento do P1 para o P2 apresenta um crescimento na velocidade por não ter interrupções, tendo como a velocidade média de 46,79 km/h. Quanto aos tempos de retardos estes representam 1% do tempo total, sendo devido ao semáforo que há no trecho.

No segundo segmento, tem-se uma rampa ascendente cuja inclinação média é de 4,3%, impactando no desempenho dos veículos de carga, haja visto que estes têm dificuldades em subir. Ademais, há um semáforo no final do trecho, o que causa um retardo de cerca de 25%. Desta forma, como pode-se notar há um decréscimo na velocidade média de percurso, 19,47 km/h.

O terceiro trecho é o mais crítico. Nele observou-se que, próximo ao início da seção, há uma interseção com a avenida Penetração, tendo portando paradas para que os veículos que vem da av. Penetração circulem na avenida Rodrigo Otávio. Há também a aproximadamente 120 m do semáforo em frente ao Posto Shell uma parada de ônibus, outro motivo de retardos. Além de ter alguns PGV's que não apresentam estacionamento adequado e local para carga e descarga, resultando em veículos de passeio e caminhões estacionados de forma inapropriada, ocupando parte da faixa de rolamento da direita.

Outra questão observada, foi atrasos devido o retorno, muitos veículos situados na faixa da esquerda acabam diminuindo a velocidade para dar o retorno. Sendo assim, ambas as faixas apresentam, em certos momentos, encontram-se saturadas.

Ademais, a presença de semáforos acarreta num tempo de parada grande, haja visto o impacto desses de 35% no tempo total desta seção. Tem como consequências dessa interferência no trânsito, a menor velocidade média de toda a extensão estudada, 10,14 km/h.

Na quarta seção, foi um desempenho melhor, visto que houve um aumento na velocidade média para 21,65 km/h, porém ainda é um desenvolvimento baixo. Com relação aos tempos de retardos, estes correspondem a 8% do tempo total realizado nesta seção, sendo a causa deste, na maioria das vezes, os tempos de semáforos.

No quinto segmento, mesmo tendo uma rampa ascendente cuja inclinação média é de 5,7%, a velocidade média foi de 24,91 km/h. Foi observado que, alguns condutores dos veículos de carga, tendem a acelerar nesse trecho para vencer a declividade que se tem. Observou-se também a baixa porcentagem de paradas no trecho, cerca de 8%.

O sexto trecho e o sétimo trechos são trechos que não tem interrupções, porém o primeiro trata-se de uma rampa em declive de 4,2%, e o segundo de outra em aclave com inclinação média de 5,5%. Observou-se que no trecho 6, alguns motoristas dos veículos de carga aceleravam bastante para conseguirem ganhar impulso para subirem a rampa do trecho 7. Em ambos os trechos não se teve tempos de paradas, mas pode-se observar a grande divergência entre os valores de velocidade média neles. No trecho 6 a velocidade média é de 43,97 km/h e no 34,13, sendo que ambos têm extensão parecidas.

Com relação ao trecho geral, há o tempo de retardo que corresponde a 19%, 15% devido semáforos e 4% congestionamentos. A velocidade média desenvolvida no trecho é de 23,31km/h, uma velocidade muito baixa. Sendo assim, tal trecho necessita de intervenções para que seja melhorado o desempenho da rota do transporte de carga no local. Além disso, com relação ao trecho geral, verificar a porcentagem dos tempos de retardo, 18%, e a velocidade média desenvolvida 23,31 km/h.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa possibilitou o conhecimento da composição do tráfego em ambos os sentidos no ponto em frente à UFAM. Com isso, verificou-se um fluxo de caminhões em torno de 5% no sentido CVGM-Distrito, e no outro por volta dos 7%. Valores significativos, principalmente, devido a influência deles no tráfego da via.

Foi possível também compreender, por meio desse estudo, as velocidades médias e atrasos e com isso analisar o desempenho de rota dos veículos de carga na Av. Rodrigo Otávio, no trecho estudado. Vale ressaltar que, na maioria das vezes, os retardos ocorreram devido aos semáforos, principalmente, porque a via apresenta um grande número de semáforos ao longo da extensão dela, o que gera maiores filas de veículos e, conseqüentemente, maiores atrasos. Além da existência desses semáforos, observa-se a necessidade de uma atualização e coordenação dos tempos semaforicos e um estudo da demanda de fluxo de retorno.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Diário Oficial da União. Brasília, 2012.
- CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. **Boletim Técnico 31. Pesquisa e Levantamentos de Tráfego. São Paulo**. 160 p. 1982
- CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. **Mobilidade no Sistema Viário Principal. Volume e Velocidade**. São Paulo. 222 p. 2014.
- DALOSTO, Francisco Marchet. **Avaliação de indicadores de desempenho na análise de importância de segmentos de uma rede viária**. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. p.153. 2018.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).
- MANAUS. **Plano De Mobilidade De Manaus. Volume I**. Disponível em: <<https://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/smtu/PlanMobManaus.pdf>>. Acessado em: 29 fev.2022.
- MANAUS, **Lei nº 1838, de 16 de janeiro de 2014. Dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus e estabelece outras providências**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-manaus-am>>. Acessado em: 10 jan.2022.
- MENESES, Hamifrancey Brito; LEANDRO, Carlos Henrique Pires; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. **Indicadores de Desempenho para Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real**. In: XVII Congresso da ANPET. 2003.
- MINAS GERAIS. **Banco de Dados e Relatório das Pesquisas. Produto 13 Plano de Mobilidade Urbana da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Secretaria de Transporte e Obras Públicas de Minas Gerais - SETOP e Agência de Desenvolvimento Metropolitana – ARMBH. Belo Horizonte.
- NESKOVIC, Slobodan; JOKANOVIC, Igor; STEFANOVIC, Gradimir. **Reconstruction of dysfunctional urban corridors: case study Cairo**. Journal of Road and Traffic Engineering, v. 64, n. 4, p. 11-19, 2018.

SAMBONI, Andrés Felipe Idrobo. **Adequação de procedimento para determinação da velocidade de percurso no método do HCM 2010 para vias urbanas brasileiras.** Dissertação (Mestrado em transportes Departamento de engenharia civil e ambiental). Universidade de Brasília. 219 p. 2014.

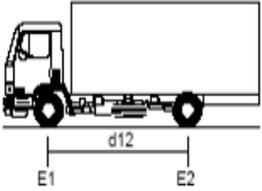
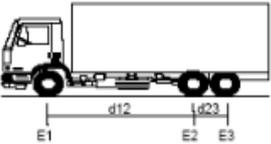
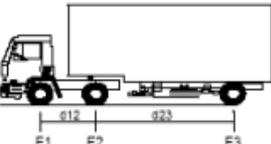
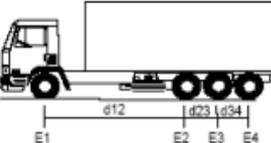
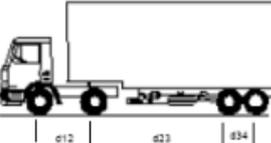
SÃO PAULO. **Boletim Técnico – Pesquisa e Levantamento de Tráfego. Companhia de Engenharia de Tráfego.**

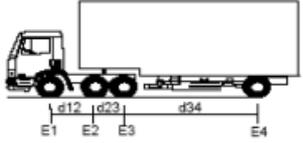
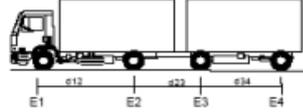
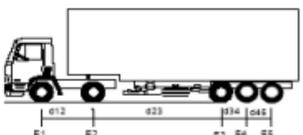
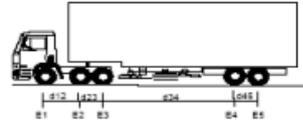
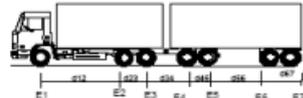
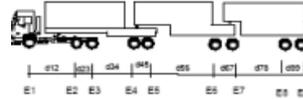
SILVA, Rômulo Pereira; BRACARENSE, Lílian dos Santos Fontes Pereira. Impacto do tráfego de caminhões em meio urbano: o caso de palmas. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET, OURO PRETO, 2015.**

REIS, FP dos et al. **Avaliação da influência da sobrecarga dos veículos pesados na rodovia BR-290/RS.** In: Anais do 31 Congresso ANPET, Recife-PE. 2017. p. 2961-2968.

ANEXOS

Anexo 1 – Classificação dos veículos

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t $d12 \leq 3,50m$	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TRUCADO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t $d12 > 2,40m$ $1,20m < d23 \leq 2,40m$	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t $d12, d23 > 2,40m$	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t $d12 > 2,40$ $1,20m < d23, d34 \leq 2,40m$	4C
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t $d12, d23 > 2,40m$ $1,20m < d34 \leq 2,40m$	2S2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	4	36(37,8)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10m d12, d23, d34 > 2,40m	2C2
	5	41,5(43,6)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD CM10t E3E4E5 = TT, CM 25,5t d12, d23 > 2,40m 1,20m d34, d45 ≤ 2,40m	2S3
	5	40(42)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2.40m	3S2
	7	57(59,9)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	9	74(77,7)	TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6

Fonte: Adaptado do DNIT (2006)