

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ENGENHARIA CIVIL**

THAIS PUGSLEY JULIÃO

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA ESTUDO
EXPERIMENTAL DE FATORES HUMANOS E AMBIENTAIS E SEUS
IMPACTOS NA SEGURANÇA VIÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2019

THAIS PUGSLEY JULIÃO

**PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA ESTUDO
EXPERIMENTAL DE FATORES HUMANOS E AMBIENTAIS E SEUS
IMPACTOS NA SEGURANÇA VIÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, do Departamento
Acadêmico de Construção Civil, da
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Tatiana Gadda
Co-orientador: Prof. Dr. Jorge Tiago
Bastos

CURITIBA

2019



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Campus Curitiba – Sede Ecoville
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Curso de Engenharia Civil

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA ESTUDO EXPERIMENTAL DE FATORES HUMANOS E AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS NA SEGURANÇA VIÁRIA

Por

THAIS PUGSLEY JULIÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido no segundo semestre de 2019 e aprovado pela seguinte banca de avaliação presente:

Orientadora – Prof.^a Tatiana Gadda, Dr.^a
UTFPR

Co-Orientador – Prof. Jorge Tiago Bastos, Dr.
UFPR

Eduardo Cesar Amancio, Eng.
UTFPR

Adriano Rogério Kantoviski, Eng.
UTFPR

OBS.: O documento assinado encontra-se em posse da coordenação do curso

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por Ele ter me dado forças durante toda essa longa jornada que termina com este trabalho.

À minha família, especialmente à minha mãe Vera, pelo ombro amigo nos momentos mais difíceis e pelo suporte que sempre me foi dado em todos os aspectos possíveis da vida.

A meu noivo Willian, pelo amor infinito, pela paciência infinita (pelo menos comigo) e pelos eventuais auxílios em assuntos informáticos.

Aos meus orientadores, Prof. Tiago e Prof.^a Tatiana, pela paciência, sabedoria e por me fazer entender de maneira definitiva o que realmente precisava estar escrito nos capítulos, seções e páginas a seguir. Ao Eduardo, que provavelmente será o analista a utilizar essa metodologia, pelo auxílio fundamental nas partes iniciais do trabalho. A todos os pesquisadores do grupo de pesquisa em segurança viária da Universidade Federal do Paraná, que podem ser os próximos analistas a utilizar essa metodologia – afinal, é preciso agradecer a todo mundo que irá se dispor a ler este trabalho, não é mesmo?

Aos colegas de curso, pois estamos todos no mesmo barco.

Por eu não ter uma memória admirável, posso ter me esquecido de alguém importante para a trajetória da graduação como um todo ou deste trabalho. Fica aqui meu agradecimento a todos que me auxiliaram durante esta etapa e não foram citados em nenhum outro lugar desta página. Obrigada!

RESUMO

JULIÃO, T. P. **Proposta de uma metodologia para estudo experimental de fatores humanos e ambientais e seus efeitos na segurança viária.** 2019. 109f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Este trabalho tem o objetivo de propor uma metodologia para a avaliação dos condutores participantes do projeto para um fator relativo ao próprio comportamento do condutor (utilização do telefone celular) e um fator relativo ao ambiente viário (passagem do veículo por um dispositivo de redução de velocidade). Para a verificação da metodologia proposta, utilizaram-se os dados gerados por três câmeras de vídeo e um aparelho de GPS, para um condutor e 14 trajetos de teste. Para realizar o método proposto, são necessárias as filmagens realizadas e um mapa de pontos georreferenciado. A metodologia consiste em igualar, para todos os fatores, os tempos entre os dois tipos de entrada e anotar as diferenças para equiparar os registros filmados com os dados presentes no GPS; além de diferenciar e registrar os tempos inválidos de condução. Após isso, criou-se uma planilha para cada fator, com os registros obtidos em filmagem. A planilha para o uso de telefone celular contém os horários inicial e final do registro, o tipo de uso do celular, o regime de tráfego inicial e final, a condição climática, o período do dia, a quantidade de usuários na via nos instantes inicial e final, a velocidade média do condutor durante o registro e seu respectivo desvio-padrão. A planilha de registros para a passagem do veículo por um dispositivo de redução de velocidade apresenta o horário do registro, o tipo de dispositivo, o regime de tráfego, a condição climática, o período do dia, a quantidade de usuários da via e a velocidade do veículo no ponto registrado. Com os dados de uso do telefone celular, é possível obter a porcentagem do tempo que o condutor usa o aparelho, além da frequência de usos e da diferença de velocidade em um trecho com uso ou sem do aparelho. Os dados relativos aos dispositivos de redução de velocidade possibilitam a verificação do comportamento do condutor antes e após a passagem do veículo. Considera-se a metodologia válida, por apresentar dados dos trajetos testados em consonância com outros estudos realizados para os fatores estudados.

Palavras-chave: Estudo naturalístico. Metodologia. Segurança viária. Comportamento de condutores.

ABSTRACT

JULIÃO, T. P. **Proposition of a methodology for an experimental study in human and environmental factors and its effects on road safety**. 2019. 109p. Undergraduate Thesis (Civil Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2019.

The goal of this study is to propose a methodology for evaluating a factor relating to driver's behavior (cell phone use) and another relating to road environment (speed reduction devices). To verify the proposed methodology, there were used data from three webcams and a GPS device for 1 driver and 14 test paths. To perform the purposed method, it needs the videos of the cameras and a map with all GPS data located geographically. The methodology consists in equalize, for all factors, the times between the two entry types and write the differences to equate videos and GPS data and register the non-valid driving times. Later, a worksheet was made for each factor with the filmed registers. The worksheet of smartphone utilization has the use's initial and final time, type of telephone use, initial and final traffic flow, weather condition, time of the day, initial and final quantity of users on the road, mean speed and its standard deviation. The worksheet of speed reduction devices registered has the time of the register, type of device, traffic flow, weather condition, time of the day, quantity of users on the road and the vehicle's speed at the register point. It is possible to get the percentage of phone's using time, the pick-up rate and the driver's speed adaptation using the cell phone's data. Data related to the speed reduction devices can help verifying the driver's behavior before and after passing the device. The methodology is valid because it shows results for the test paths similar to other studies made for the same factors.

Keywords: Naturalistic study. Methodology. Road safety. Driver behavior.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVO GERAL	9
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3 JUSTIFICATIVA	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 FATORES HUMANOS.....	11
2.1.1 Velocidade do Veículo	12
2.1.2 Consumo de Bebidas Alcoólicas.....	14
2.1.3 Uso de Capacete em Condutores e Passageiros de Motocicletas	15
2.1.4 Uso de Cinto de Segurança.....	16
2.1.5 Uso de Cadeiras de Segurança para Crianças.....	17
2.1.6 Desvio de Atenção ao Dirigir.....	18
2.1.7 Consumo de Drogas	19
2.2 FATORES AMBIENTAIS E VIÁRIOS.....	20
2.2.1 Presença de Áreas Escolares.....	21
2.2.2 Raio de Curvas na Via	21
2.2.3 Tipo de Interseção	22
2.2.4 Presença de Semáforos	22
2.2.5 Tamanho de Quadra.....	23
2.2.6 Presença de Outros Modais	23
2.2.7 Presença de Radares	24
2.2.8 Presença de Lombadas	24
3 METODOLOGIA	25
3.1 MATERIAIS UTILIZADOS NO TESTE	26
3.2 TRAJETOS DE TESTE	28
3.2.1 Trajeto A	31
3.2.2 Trajeto B	33
3.2.3 Trajeto C	34
3.2.4 Trajeto D	35
3.2.5 Trajeto E	35
3.2.6 Trajeto F	37
3.2.7 Trajeto G.....	38
3.2.8 Trajeto H.....	39
3.2.9 Trajeto I.....	41
3.2.10 Trajeto J	42
3.2.11 Trajeto K	43
3.2.12 Trajeto L	43
3.2.13 Trajeto M	45
3.2.14 Trajeto N	46
3.3 DISCREPÂNCIA ENTRE TEMPOS E TEMPO VÁLIDO DE CONDUÇÃO	47
3.4 AVALIAÇÃO DOS FATORES	49
3.4.1 Uso de Telefone Celular	50
3.4.2 Presença de Dispositivos de Redução de Velocidade.....	54
4 RESULTADOS	63
4.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES.....	63
4.1.1 Verificação de Discrepâncias.....	63
4.1.2 Verificação do Tempo Válido de Condução.....	64

4.2 USO DE TELEFONE CELULAR	65
4.3 DISPOSITIVOS DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE	67
4.4 LIMITAÇÕES	69
5 DISCUSSÕES	72
5.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES.....	72
5.2 USO DE TELEFONE CELULAR	72
5.3 DISPOSITIVOS DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE	73
6 CONCLUSÕES	74
6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	75
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE I – VELOCIDADE DO VEÍCULO AO LONGO DO TEMPO.....	79
APÊNDICE II – PERFIS TOPOGRÁFICOS DOS TRAJETOS	94

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes viários são uma das principais causas de óbito no mundo. De acordo com folha informativa divulgada pela Organização Pan-Americana da Saúde (2018), no ano de 2016, os acidentes de trânsito ocupam o oitavo lugar na listagem dos fatores responsáveis pelo maior número de mortes em todo o planeta. A situação no Brasil não é muito diferente: em dados fornecidos pelo Observatório Nacional de Segurança Viária (2017) para o ano de 2015, ocorreram 38651 mortes por acidentes viários em todo o país – o que significa uma taxa de 18,90 falecimentos a cada 100 mil habitantes.

No município de Curitiba, dados fornecidos pelo Instituto de Planejamento e Pesquisa de Curitiba (2018) apontam que houve, no ano de 2017, 167 óbitos causados pelos chamados acidentes de transporte terrestre. Considerando uma população de cerca de 1,9 milhão de habitantes, de acordo com a projeção realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), isso significa uma taxa de 8,8 mortes a cada 100 mil habitantes.

Para efeito comparativo, aconteceram no ano de 2014 em todo o território da Suécia (um dos países europeus com a menor taxa de mortalidade por acidentes de transporte terrestre) 270 mortes – uma taxa equivalente a 2,8 falecimentos a cada 100 mil habitantes; na outra ponta do *ranking* europeu, a Romênia apresentou 1818 óbitos causados por acidentes de trânsito, o que significa uma taxa de 9,1 mortes a cada 100 mil habitantes (EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL, 2015).

Além das altas taxas de mortalidade, os acidentes viários geram diversos outros tipos de prejuízos para as partes envolvidas e para o Estado. Ferraz et al. (2012) indicam que, no custo total de um acidente de transporte terrestre, devem ser levadas em conta as despesas médicas, materiais e de resgate, entre outras. Ainda de acordo com Ferraz et al. (2012), os custos de um acidente de trânsito não podem ser limitados apenas à dimensão dos prejuízos econômicos; devem ser levados em conta, também, o custo humano-social (sofrimento físico e psicológico dos envolvidos no acidente e de suas respectivas famílias) e o custo ambiental (derramamento de carga, no caso de acidentes que envolvem veículos transportadores de produtos químicos).

Para evitar todos esses custos, se faz necessária a elaboração de estudos a nível mundial visando à segurança viária. A Organização Mundial da Saúde (2011)

elaborou um plano de orientação para que todos os países possam aplicar medidas coordenadas para redução do número de mortes em acidentes viários entre os anos de 2011 e 2020, denominado “*Global Plan for the Decade of Action for Road Safety*” (“Plano Global para a Década de Ação pela Segurança Viária”). O plano contém medidas a serem tomadas em cinco pilares: gestão de segurança viária, segurança viária e da mobilidade, segurança dos veículos, segurança dos usuários de vias de trânsito e respostas pós-acidentes.

O seguinte trabalho tem como foco a segurança viária e da mobilidade através do estudo da influência de componentes do ambiente urbano e fatores urbanos no comportamento dos condutores.

A influência desses fatores será avaliada através de um estudo naturalístico, com o objetivo de trazer mais confiabilidade aos dados em relação aos estudos já existentes realizados com o uso de simuladores de direção (que não possuem todos os detalhes existentes no trânsito real) ou de questionários (que podem gerar dados distorcidos conforme os entrevistados). O estudo naturalístico consiste em verificar o comportamento dos condutores estudados através de câmeras instaladas no veículo, com o objetivo de filmar o condutor e o ambiente à sua volta.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma metodologia de realização de um estudo experimental a respeito dos fatores humanos e ambientais e seus impactos sobre a segurança viária, através do monitoramento da tarefa real de condução.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar entre os indicadores de segurança viária já citados em outros trabalhos, quais são relativos ao comportamento do motorista e ao ambiente e que podem ser verificados com o conjunto de instrumentos utilizados;

- Realizar um procedimento de avaliação de fatores a serem escolhidos para medições futuras em estudo de maior escala;
- Comparar os resultados obtidos com os valores de pesquisas realizadas em outros estudos.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Elvik et al. (2015, p. 6), “a pesquisa de segurança no trânsito é uma ferramenta para tornar a política de segurança viária eficaz”. Uma política de segurança viária pode ser definida como um conjunto de decisões tomadas pelo governo (metas a serem traçadas e medidas a serem priorizadas) visando ao aumento da segurança no trânsito. Ainda segundo Elvik et al. (2015, p. 6), a pesquisa de segurança no trânsito tem como função “dizer quais e quantos acidentes e danos podem ser alterados por diferentes medidas, desenvolver e disseminar esses dados e fornecer ideias para o planejamento de novas medidas ou melhorar as existentes”.

Até onde se conhece, não foram encontrados trabalhos a respeito da aplicação de indicadores de segurança viária mediante monitoramento da tarefa real de condução no contexto brasileiro. Contudo, no Brasil existem trabalhos voltados à aplicação de indicadores de segurança viária através do uso de simuladores de direção, como a sinalização vertical das vias (CASTILLO, 2015); além de trabalhos realizados com o uso de questionários realizados com os condutores (BOTTESINI, 2010). Estudos naturalísticos a respeito do tema são realizados por instituições da Austrália e dos Estados Unidos.

Este trabalho é parte da fase inicial de um projeto de pesquisa elaborado por diversas instituições para realizar um estudo naturalístico no Brasil e conseguir dados mais confiáveis a respeito do comportamento dos condutores brasileiros. A utilização de uma metodologia para trabalhar com os dados obtidos no projeto é importante para possibilitar a comparação dos diversos dados gerados pelo estudo e também a realização de pesquisas em maior escala. Com os dados trabalhados, pode-se obter suporte para a elaboração de políticas públicas relacionadas à segurança viária e, de maneira mais específica, à redução de acidentes viários.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Considera-se um fator de risco para a ocorrência de acidentes viários qualquer elemento que aumente a probabilidade de que um acidente possa acontecer (FERRAZ et al., 2012). Ainda segundo Ferraz et al. (2012), considerando uma visão abrangente, o risco de ocorrência de um acidente está relacionado, na grande maioria dos casos, aos componentes físicos do sistema de trânsito: ser humano (fatores humanos), veículo (fatores veiculares) e meio ambiente (fatores ambientais).

Nesta pesquisa, os fatores veiculares não serão detalhados pois este projeto utiliza um conjunto de instrumentos que não possibilita a avaliação prática desse conjunto de fatores.

De acordo com Bottesini (2010), diversos outros estudos realizados afirmam que 90% dos acidentes de transporte terrestre envolvem a falha do elemento humano, englobando erros e violações legais. Considerando uma subdivisão do fator humano entre o desempenho e o comportamento do motorista, o último subfator é o responsável pela maior parte dos acidentes viários (EVANS, 2004 *apud* BOTTESINI, 2010).

2.1 FATORES HUMANOS

O “*Global status report on road safety*” (“Relatório do status global da segurança viária”), divulgado pela Organização Mundial da Saúde (2018), indica sete principais fatores humanos a serem considerados entre os indicadores de segurança viária existentes, com o objetivo de prevenir mortes causadas por acidentes de transporte terrestre ao redor do mundo:

- a) Velocidade do veículo imposta pelo motorista;
- b) Consumo de bebidas alcoólicas;
- c) Uso do capacete em condutores e passageiros de motocicletas;
- d) Uso do cinto de segurança;
- e) Uso de dispositivos de segurança para transporte de crianças;
- f) Uso de celulares e/ou outros dispositivos que causem distração ao motorista;

g) Consumo de tipos específicos de drogas (lícitas ou não).

2.1.1 Velocidade do Veículo

De acordo com Elvik et al. (2015), a velocidade média do tráfego de veículos é um dos fatores que causa maior impacto no número e na gravidade dos acidentes. Elvik et al. (2015) ainda afirmam que uma maior velocidade diminui as margens de segurança em relação ao tempo de reação do motorista quando este avista uma situação potencialmente perigosa e também em relação à distância percorrida entre o momento de avistar o perigo e reagir à ele.

Mesmo assim, um estudo realizado com condutores da cidade de Curitiba (THIELEN et al., 2008) indicou que a maior parte dos entrevistados na pesquisa pensa de maneira diferente. A pesquisa indica que os condutores apresentam dificuldade para perceber o perigo presente no ato de ultrapassar o limite de velocidade por levarem em consideração fatores pessoais, como a confiança em seus veículos e em suas próprias habilidades de condução. A maioria dos condutores entrevistados ignoram a sinalização vertical por não acreditarem nos órgãos responsáveis pela definição das velocidades máximas e pelo desconhecimento dos fatores que definem essa limitação (THIELEN et al., 2008).

Dados do IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (2018) apontam que, apenas no ano de 2017, 44 acidentes fatais foram registrados no município de Curitiba cuja causa foi registrada como o excesso de velocidade, o que representa 26,3% do número total de acidentes registrados na cidade; esses acidentes causaram 53 falecimentos, o que representa 30,3% da contagem total de óbitos causados por acidentes de trânsito no município. A figura 1 indica a localização dos óbitos registrados na cidade de Curitiba causados pelo excesso de velocidade, sendo cada cor representada por um tipo diferente de acidente, conforme legenda:

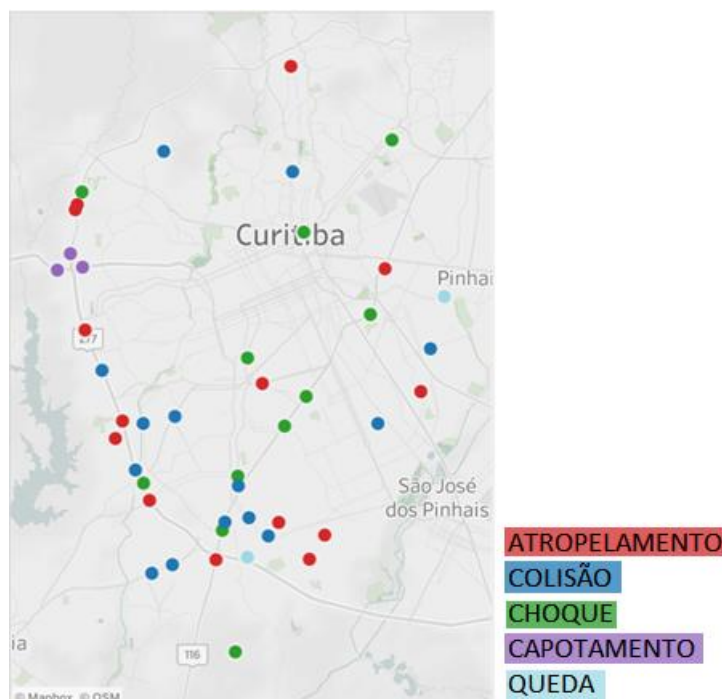


Figura 1 – Localização dos falecimentos causados por excesso de velocidade em Curitiba no ano de 2017

Fonte: Instituto de Planejamento e Pesquisa de Curitiba (2018), adaptado pela autora

O *Global status report on road safety* (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018) recomenda aos países uma revisão nas legislações do limite de velocidade; através da criação de uma lei nacional de limites de velocidade, estabelecimento da velocidade máxima das áreas urbanas em 50km/h e possibilidade de modificação dos limites de velocidade por autoridades locais para adequação aos contextos locais.

O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) indica que, quando não houver regulamentação específica de velocidade, os limites máximos a serem estabelecidos em vias urbanas são de:

- 80km/h para vias de trânsito rápido (definidas pelo Código como vias com acesso especial, trânsito livre e sem intersecções em nível);
- 60km/h para vias arteriais (vias de ligação entre regiões, com intersecções em nível e acesso a lotes lindeiros);
- 40km/h para vias coletoras (ligam os dois tipos anteriores de via a uma região e distribuem o trânsito dentro dela);
- 30km/h para vias locais.

Portanto, a lei federal que determina os limites de velocidade nas vias brasileiras não segue as recomendações atuais da OMS.

2.1.2 Consumo de Bebidas Alcoólicas

O álcool é uma das mais importantes influências negativas nos reflexos do motorista, por causar enfraquecimento dos sentidos, redução da capacidade cerebral de processar informações, redução dos reflexos e das inibições (GLAD; VAAS, 1993 apud ELVIK ET AL., 2015). O gráfico 1 demonstra as relações entre o teor de alcoolemia e o risco relativo no envolvimento de acidentes com vítimas (linha tracejada) ou de óbito (linha cheia):

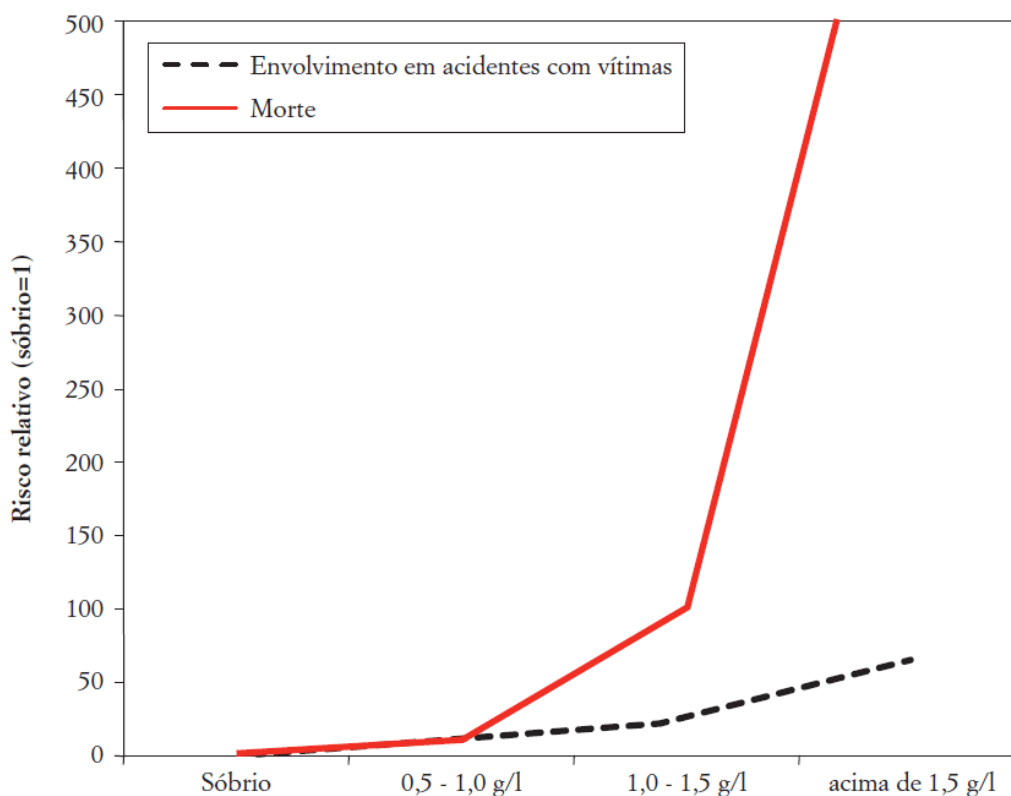


Gráfico 1 – Relação entre concentração de álcool no sangue e risco relativo de envolvimento em acidentes com vítimas e óbito
Fonte: Glad e Vaas (1993) apud Elvik et al. (2015)

Dados do IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (2018) para o ano de 2017 indicam que 42 dos 167 acidentes fatais registrados no município de Curitiba tiveram como causa registrada o consumo de álcool, o que representa 25,1% do total; esses acidentes causaram 49 falecimentos, o que representa 27,5% da contagem total de óbitos causados por acidentes de trânsito no município nesse ano. A localização desses falecimentos está retratada na figura 2:

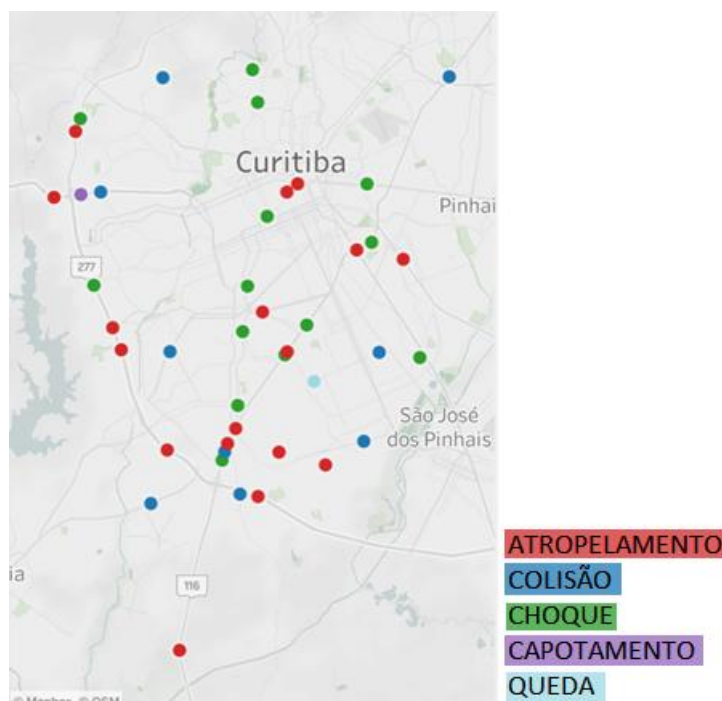


Figura 2 – Localização das mortes causadas por ingestão de álcool no trânsito de Curitiba no ano de 2017

Fonte: Instituto de Planejamento e Pesquisa de Curitiba (2018), adaptado pela autora

A Organização Mundial da Saúde, através do *Global status report on road safety* (2018), recomenda a criação de uma lei nacional com limites de concentração de álcool no sangue de no máximo 0,02g/dl para motoristas novatos e 0,05g/dl para o restante dos condutores – também é considerada como uma boa prática a adoção do limite mais rígido para motoristas profissionais. Ainda de acordo com o relatório, o Brasil atualmente segue essas recomendações.

A modificação do Código Brasileiro de Trânsito realizada através da lei 11705/08, popularmente conhecida como “Lei Seca” (BRASIL, 2008) não permite qualquer concentração de álcool no sangue dos condutores além das margens de tolerância do próprio equipamento de aferição. Porém, a instituição dessa lei reduziu de maneira significativa a porcentagem de pessoas que consomem bebidas alcoólicas ao dirigir por um período de apenas quatro meses após sua criação (MOURA et al., 2009).

2.1.3 Uso de Capacete em Condutores e Passageiros de Motocicletas

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2018), a maior causa de falecimentos entre usuários de veículos motorizados de duas ou três rodas são lesões

na cabeça. Ainda segundo a OMS, o uso correto do capacete diminui o número de lesões fatais em 42% e os ferimentos na cabeça em 69%. O Código Brasileiro de Trânsito (BRASIL, 1997) considera como infração gravíssima o não uso de capacetes em condutores e passageiros de motocicletas e veículos semelhantes. Até onde se sabe, não há dados específicos para o número de acidentes no município de Curitiba que foram causados pela ausência ou mau uso de capacetes; porém, sabe-se que no ano de 2017, houve 62 acidentes fatais envolvendo motocicletas, com 64 falecimentos (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA, 2018).

2.1.4 Uso de Cinto de Segurança

Elvik et al. (2015) indicam que 46% das mortes e dos ferimentos de ocupantes de automóveis na Noruega entre 2005 e 2009 foram causadas por impactos das vítimas com o próprio veículo, sendo essa a causa mais comum de lesões em acidentes envolvendo veículos de passeio. Ferraz et al. (2012) afirmam que colisões (acidentes que envolvem dois veículos) ou choques (colisão de veículo com obstáculo fixo) provocam desaceleração brusca; logo, tudo o que está solto do veículo continua a se mover na velocidade anterior, sendo projetado para fora do veículo ou chocando-se com algum item posicionado a sua frente.

Ferraz et al. (2012) indicam os benefícios da utilização do cinto de segurança, sendo os principais a redução da força de desaceleração sobre o ocupante e sua respectiva distribuição por uma maior área, diminuindo a pressão; além de evitar que o ocupante seja projetado para fora do carro em caso de capotamento ou tombamento. Também segundo Ferraz et al. (2012), estudos realizados nos Estados Unidos comprovam que o risco de morte com o uso do cinto de segurança é diminuído em 50% para os condutores, em 45% para os passageiros do banco dianteiro e em 25% para os passageiros dos bancos traseiros.

É importante ressaltar que “a utilização dos cintos de segurança em si não afeta o número de acidentes, apenas a probabilidade de ser ferido em caso de acidente” (ELVIK et al., 2015). Sendo assim, o impacto do uso do cinto de segurança é medido pela gravidade das lesões nos acidentes existentes (ELVIK et al., 2015).

No banco de dados relativo ao município de Curitiba para acidentes fatais, não foi possível verificar apenas utilizando as variáveis dadas quantas e quais mortes seriam evitadas se o condutor ou o passageiro fizessem uso do cinto.

2.1.5 Uso de Cadeiras de Segurança para Crianças

Estudo realizado por Elvik et al. (2015) indica que crianças que utilizam corretamente os itens de segurança apresentam um risco 50% menor de serem mortas ou feridas em relação às que não utilizam qualquer item de segurança e até 40% a menos de risco em comparação com as crianças que usam os itens de segurança de maneira incorreta.

O *Global status report on road safety* (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018) recomenda aos países a criação de uma lei nacional para o uso de dispositivos de contenção para o transporte de crianças, exigindo que crianças utilizem algum tipo de cadeira de segurança até atingir dez anos ou 1,35m de altura. O documento também indica que, no caso brasileiro, apenas 57% das crianças utiliza dispositivos para transporte específicos.

Atualmente, a regulamentação em vigor no Brasil a respeito do uso de equipamentos de proteção especiais para crianças é dada pelo Código de Trânsito Brasileiro e pela resolução 277/2008 do CONTRAN, que determina três tipos diferentes de dispositivos para transporte de crianças (CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2008):

- Conchinha ou bebê-conforto, para crianças até um ano de idade;
- Cadeirinha fixa, para crianças de um a quatro anos;
- Assento de elevação, para crianças acima de quatro anos e com menos de 1,45m de altura.

No banco de dados de acidentes fatais estudado para o município de Curitiba, apesar de uma das variáveis inseridas no sistema ser a idade da pessoa falecida, não é possível afirmar se o óbito poderia ser evitado se a criança fizesse uso de dispositivo de segurança específico.

2.1.6 Desvio de Atenção ao Dirigir

De acordo com Ferraz et al. (2012), cerca de 15% dos acidentes de trânsito são causados pela falta de atenção de motoristas ou pedestres. Algumas situações que causam distração ao motorista durante o processo de condução são: procurar e pegar objetos; acender cigarro; utilizar o celular; comer e beber.

O uso do telefone celular, em especial, é um problema crítico: pesquisas indicam que o risco de um condutor se envolver em um acidente enquanto telefona é quatro vezes maior do que o normal, enquanto trocar mensagens de texto aumenta o risco em 23 vezes (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018).

Mesmo com o sistema de viva-voz, o risco é elevado, pois o problema não reside apenas no fato do condutor retirar uma das mãos da direção para segurar o aparelho, mas nas limitações do cérebro humano para realizar tarefas distintas simultaneamente; no caso: dirigir o veículo prestando atenção na via e nos demais veículos, prestar atenção no que está sendo falado ao celular, controlar as emoções associadas ao teor da conversa por telefone, raciocinar para responder às exigências do trânsito, etc. (FERRAZ et al., 2012, p. 59).

O *Global status report on road safety* (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018) também alerta que o tempo de reação dos condutores quando estão fazendo uso do telefone é 50% maior do que o normal.

Contudo, estudo realizado com o uso de simulador na Austrália (OVIEDO-TRESPALACIOS et al., 2017) aponta que o condutor modifica seu comportamento ao dirigir fazendo uso de telefone celular sob algumas condições, tornando-se mais cauteloso conforme o ambiente e a complexidade da via. Este fenômeno recebe o nome de *speed adaptation*. Em meios urbanos, os condutores tendem a diminuir a velocidade instantânea em 0,87km/h quando fazem uso do celular no modo viva-voz, porém aumentam a velocidade em 1,77km/h ao utilizar o telefone da maneira “padrão” (segurando-o em mãos). Em vias suburbanas, a redução da velocidade com o uso de telefone é maior, chegando a 3,50km/h em situações onde há um veículo à frente. O estudo também indica que essa diminuição de velocidade pode ser causada pela adaptação do condutor à realização simultânea das duas tarefas, focando mais na tarefa de direção do que no uso do aparelho.

Um estudo naturalístico realizado nos Estados Unidos (FITCH et al., 2014) indica que condutores de veículos leves apresentaram melhor controle lateral do veículo ao fazer uso do telefone celular – atendimento e recebimento de chamadas –

em mãos. Para as demais variáveis e sob as demais condições estipuladas na pesquisa, não houve diferença relevante dos dados entre o uso ou não de celular. Os pesquisadores responsáveis concluíram que nenhum dos grupos de condutores estudados (veículos leves e comerciais) aumentaram suas margens de segurança enquanto fizeram uso do telefone celular porque os condutores tendem a olhar mais para a frente enquanto conversam fazendo uso do aparelho, diminuindo assim o risco de eventos críticos de segurança.

2.1.7 Consumo de Drogas

O uso de drogas psicoativas ao dirigir é alvo de uma preocupação crescente ao redor do mundo (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2016). O relatório *Drug use and road safety* ainda indica três principais tipos de drogas psicoativas que são mais relevantes para o risco de lesões causadas por acidentes viários:

- a) Drogas ilícitas (cocaína, heroína, meta-anfetamina, maconha, entre outras);
- b) Drogas lícitas (antidepressivos, benzodiazepínicos – indutores de sono e ansiolíticos –, analgésicos opioides, entre outras);
- c) Novas substâncias psicoativas (drogas ilícitas sintéticas).

As drogas psicoativas afetam o funcionamento cerebral, prejudicando o processo de condução de diversas formas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2016). As maneiras com que cada uma das substâncias citadas acima afeta o cérebro estão resumidas no quadro a seguir:

Tipo de Droga	Droga	Prejuízos						
		Sonolência	Função Cognitiva	Função Motora	Humor	Controle Lateral do Veículo	Noção de Tempo	Equilíbrio
Drogas Ilícitas	Maconha	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Cocaína	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
	Anfetaminas	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
	Meta-anfetamina	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
	Alucinógenos	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Drogas Lícitas	Benzodiazepínicos	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Opioides	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Antidepressivos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Novas Substâncias Psicoativas	Maconha Sintética	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Catinonas Sintéticas	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não

**Quadro 1 – Efeitos do uso de drogas nas funções cerebrais
Adaptado de: Organização Mundial da Saúde (2016)**

Uma meta-análise de 66 estudos sobre o uso de diferentes tipos de drogas ao conduzir (ELVIK, 2012 *apud* ELVIK et al., 2015) concluiu que a maioria das substâncias psicoativas apresenta um aumento de risco moderado em relação ao álcool. A pesquisa indica que o risco de envolvimento de pessoas que fazem uso de drogas em acidentes de trânsito com morte, em relação a alguém que não utilizou nenhuma substância psicoativa, são maiores para grande parte das drogas estudadas. O mesmo estudo indica uma tendência geral de maior risco de envolvimento de usuários de drogas em acidentes viários com feridos e danos materiais.

2.2 FATORES AMBIENTAIS E VIÁRIOS

Considerando a possibilidade de verificação dos fatores de acordo com o trajeto a ser realizado (vias dentro do perímetro urbano), os fatores ambientais e viários tratados como mais importantes para esse estudo – definidos em reunião com os professores orientadores – são os seguintes:

- a) Presença de áreas escolares;
- b) Raio das curvas na via;
- c) Tipos de interseções;
- d) Presença de semáforos;

- e) Tamanho de quadra;
- f) Comportamento do motorista com outros modais (densidade de pedestres e ciclistas);
- g) Presença de radares;
- h) Presença de lombadas;
- i) Largura da via.

2.2.1 Presença de Áreas Escolares

Pesquisas realizadas acerca do tema não chegaram ainda a uma conclusão em comum. Resultados de estudos compilados por Elvik et al. (2015) apontam que o número de acidentes viários envolvendo pedestres em áreas escolares é igual ou menor do que áreas sem escolas com semelhantes volumes de tráfego; isso pode ser explicado pela redução nos limites de velocidade em áreas escolares. Contudo, a própria compilação alerta que os estudos que não consideraram o volume de tráfego apresentaram maior número de acidentes de trânsito em áreas escolares em relação a outras áreas; sendo o aumento dos números explicado pelo tráfego de pedestres nessas zonas. Strawderman et al. (2015) afirmam que o índice de acidentes viários em áreas escolares está ligado à saturação de sinalização (número de áreas escolares presentes em um raio predeterminado de distância) e ao número de faixas da via onde está inserida a zona escolar.

2.2.2 Raio de Curvas na Via

Othman et al. (2014) indicam que o índice de acidentes em estradas é entre 2 e 4,5 vezes maior em curvas do que nos trechos em tangente. Entre os trechos em curva, os que apresentam maior risco de acidentes são curvas fechadas que surgem após longos trechos retos (ELVIK et al., 2015). A pesquisa ainda indica que o índice de acidentes com vítimas por milhão de veículos por quilômetro é menor conforme aumenta o número de curvas existentes por quilômetro – isso é causado pela imprevisibilidade do trajeto da via, baseado na expectativa do condutor. Curvas mais acentuadas significam uma maior aceleração lateral sofrida pelo veículo, o que causa

um maior índice de guinadas; esses dois fatores juntos podem medir a segurança da operação em curvas horizontais (OTHMAN et al., 2014).

2.2.3 Tipo de Interseção

Para Ferraz et al. (2012), alguns dos principais fatores causadores de acidentes relacionados às interseções são:

- a) Má visibilidade para o condutor que pretende entrar na via preferencial no cruzamento (causada por geometria inadequada e/ou presença de elementos próximos à via);
- b) Ausência de faixas de aceleração ou desaceleração em cruzamentos envolvendo vias de alta velocidade;
- c) Condições que favoreçam o desenvolvimento de excesso de velocidade nas regiões de interseção;
- d) Ausência, deficiência ou operação imprópria da sinalização.

É recomendável manter, ao longo de uma via, interseções sob o mesmo padrão, evitando assim a imprevisibilidade na condução, o que causa mais acidentes – assim como ocorre com as curvas horizontais (FERRAZ et al., 2012).

Cruzamentos com ângulos entre as ruas diferentes de 90° apresentam maior número e gravidade de acidentes. Um cruzamento em Y, por exemplo, tem a possibilidade de ocorrência de acidentes em média 34% maior do que um cruzamento em T (ELVIK et al. 2015).

2.2.4 Presença de Semáforos

Elvik et al. (2015) indicam que o controle semaforico apresenta cinco principais funções: melhorar a segurança viária, reduzir atrasos, aumentar a segurança dos caminhos até escolas, priorizar o transporte coletivo e extinguir o direcionamento manual do tráfego.

A instalação de controles semaforicos em interseções reduz em média o índice de acidentes viários em 29%; para colisões laterais a diminuição é de 77% e para acidentes em curvas à esquerda, a redução nos acidentes chega a 60%. Porém, há um aumento médio de 69% nas colisões traseiras com a inserção de sistemas

semafóricos. Isso significa que a instalação de um sistema semafórico em um cruzamento pode trazer maior ou menor segurança, dependendo do padrão de acidentes viários que ocorrem no local (ELVIK et al., 2015).

2.2.5 Tamanho de Quadra

Barua et al. (2015) indicam a relevância de diversos fatores no número de acidentes viários na cidade de Edmonton (Canadá). Segundo o estudo, o parâmetro de densidade de interseções controladas por sinalização, quando aumentado em 1%, gera um aumento de 3,6% no número de colisões, considerando todos os tipos de acidentes. Por sua vez, o parâmetro de densidade de acessos, – cujo conceito, determinado por Elvik et al. (2015), inclui ligações entre a via e propriedades privadas – quando aumentado em 1%, gera um crescimento de 2,1% no número total de acidentes.

2.2.6 Presença de Outros Modais

O risco de ocorrência de um acidente chega a ser 1,3 vez maior em locais onde há grande concentração de comércios em relação ao restante das vias de áreas urbanas (ELVIK et al., 2015). Esse fator, em casos de acidentes envolvendo veículos motorizados e pedestres, pode estar ligado a uma dificuldade de visão por parte de algum dos envolvidos por fatores relativos aos usuários (deficiência visual, por exemplo), ao veículo (erro de posicionamento de retrovisores em projeto), à via (existência de elementos de mobiliário urbano que prejudiquem a visão dos envolvidos) ou às condições climáticas (presença de chuva ou neblina) (FERRAZ et al., 2012). Outros fatores relevantes para o aumento de acidentes são as manobras de carga e descarga de veículos, além dos conflitos entre tráfego de pedestres e veículos nas ruas adjacentes (ELVIK et al., 2015).

Considerando o contexto local, dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba (2018) informam que, para o ano de 2017, houveram 61 falecimentos de pedestres causados por acidentes de trânsito, sendo todas as mortes causadas por atropelamentos. Por outro lado, faleceram em 2017 um total de 10 ciclistas no

município de Curitiba, sendo todos os falecimentos causados por colisão com outros veículos de maior porte.

2.2.7 Presença de Radares

Bottesini (2010), através de pesquisa quantitativa, verifica que os motoristas tendem a ser mais influenciados por medidas de segurança viária que tem como efeito a possibilidade de produzir provas contra o próprio condutor, como a fiscalização eletrônica. A pesquisa ainda indica que o radar tem maior influência entre os entrevistados contra o avanço de sinal vermelho do que contra o excesso de velocidade. Porém, estudo realizado por Oliveira et al. (2015) indica que o efeito da fiscalização eletrônica na redução de velocidade, considerando o contexto brasileiro, é localizado: em um ponto de aferição de velocidades instalado 200 metros após o radar, foi observado um aumento da velocidade média dos veículos (48,2km/h contra 57,9km/h) e uma redução do percentual de veículos dentro do limite de velocidade (99,7% contra 61,9%). Para uma maior efetividade dos radares, a pesquisa cita ações como o controle de percurso de via – isto é, a verificação da velocidade média durante todo o trecho – e o uso de radares móveis.

2.2.8 Presença de Lombadas

Uma lombada tem como função principal a diminuição da velocidade dos veículos em pontos críticos (FERRAZ et al., 2012), sendo uma das medidas mais comuns de moderação de tráfego – definida como “uso coordenado de medidas de controle de tráfego em uma área maior e definida com o propósito de melhorar a segurança viária e as condições ambientais” (ELVIK et al., 2015). Os impactos da implementação de lombadas são positivos tanto para as vias onde estão situados esses mecanismos (redução média de 41% no número de acidentes com vítimas) quanto para as vias próximas (redução média de 7% para o parâmetro anterior).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa consiste em estabelecer uma metodologia de avaliação do comportamento de um motorista em relação a alguns dos fatores humanos e ambientais anteriormente citados. Os fatores veiculares foram desconsiderados para esta pesquisa por serem inviáveis de avaliar com os instrumentos utilizados neste trabalho. Para a elaboração adequada desta metodologia, foram realizados 14 trajetos de teste, utilizando apenas um veículo para a montagem dos equipamentos e para a obtenção de dados.

O sistema utilizado no veículo de teste consiste em três câmeras posicionadas em pontos diferentes do veículo, além de um aparelho de GPS, ligadas a um *notebook* através de portas USB. No *notebook*, pode-se verificar o campo de visão das câmeras em tempo real e o funcionamento do GPS. Duas das câmeras foram posicionadas para filmar o exterior do veículo, na parte frontal e outra foi posicionada para filmar o interior do veículo e o condutor. A figura 3, a seguir, indica um exemplo de como as câmeras foram posicionadas para os trajetos abordados:



Figura 3 – Posição das câmeras utilizadas nos trajetos de teste
Fonte: Autoria própria

O aparelho de GPS, a cada segundo, gera um conjunto de dados contendo as coordenadas geográficas do local (latitude e longitude), data e hora, a velocidade pontual do veículo e a altitude da posição atual. Com o aparelho de GPS e os vídeos gravados, é possível verificar em qual posição no espaço e no tempo o condutor teve uma determinada reação e se essa reação foi causada por algum dos fatores citados anteriormente.

Com a utilização do programa QGIS (versão 2.18.18 – Las Palmas) e de bases de dados oferecidas pelo IPPUC, pode-se relacionar os dados do GPS com diversas estruturas viárias e urbanas através da geração de um mapa georreferenciado. O mapa gerado é dividido em camadas, sendo uma camada o conjunto de pontos percorridos obtidos pelo GPS (sendo cada ponto no mapa um

conjunto de dados) e as camadas restantes, uma das partes da estrutura viária a ser verificada no trabalho – por exemplo, o contorno das quadras.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS NO TESTE

Os materiais a serem utilizados para este trabalho estão representados nas próximas imagens. Os modelos de câmeras para computador utilizados para os trajetos de teste estão representados nas figuras 4, 5 e 6. Optou-se pelo uso de modelos diferentes de câmeras para a diferenciação de modelos no próprio computador. A figura 4 representa a *webcam* da marca Logitech, modelo C920:



Figura 4 – Câmera para computador Logitech C920

Fonte: <<https://www.amazon.com.br/Webcam-Logitech-Preta-960-000949-960-000764/dp/B0094DVP7G/>>. Acesso em dez. 2019.

A figura 5, por sua vez, representa a câmera do modelo LifeCam HD300, da marca Microsoft:



Figura 5 - Câmera para computador Microsoft LifeCam HD-3000

Fonte: <<https://www.eletronicasantana.com.br/webcam-lifecam-full-hd-usb-preta-hd-300-microsoft/p>>. Acesso em dez. 2019.

A figura 6 representa a câmera do modelo C270, também da marca Logitech:



Figura 6 - Câmera para computador Logitech C270

Fonte: <<https://www.amazon.com.br/Chamadas-Grava%C3%A7%C3%B5es-Widescreen-Logitech-Equipamentos/dp/B003PAOAWG/>>. Acesso em dez. 2019.

As câmeras são fixadas nos vidros do veículo de teste com o uso de suportes magnéticos com ventosa de silicone, sendo todos os suportes do modelo SP-40, da marca Exbom. Um dos suportes para câmera está representado na figura 7:



Figura 7 – Suporte magnético com ventosas Exbom SP-40

Fonte: <<https://www.americanas.com.br/produto/104323672/suporte-de-ima-superpotente-alta-aderencia-sp-40>>. Acesso em dez. 2019.

A figura 8, a seguir, indica o modelo do inversor de tensão utilizado na montagem de veículo de teste, para a ligação da alimentação do *notebook* com o acendedor de cigarros do veículo. O acendedor de cigarros serve como uma tomada com tensão de 12V e o inversor de tensões pode ser tratado como uma espécie de transformador.



Figura 8 – Inversor de tensão 12V/110V, marca Tech One
Fonte: autoria própria

3.2 TRAJETOS DE TESTE

O conjunto dos 14 trajetos estudados, de forma sobreposta e com o eixo das ruas da cidade de Curitiba ao fundo, está disposto na figura 9:



Figura 9 – Sobreposição dos trajetos estudados
Fonte: Autoria própria

Cada um dos trajetos realizados, para fins de tratamento e exibição dos dados, foi representado por uma letra entre A e N conforme sua ordem cronológica.

O resumo dos dados relativos às velocidades de todos os trajetos está na tabela 1:

Tabela 1 – Velocidades máximas, médias e número de paradas em cada trajeto

TRAJETO	V _{máx} (km/h)	V _{méd} (km/h)	Nº paradas
A	66,6	11,6	18
B	69,2	26,2	9
C	61,6	22,0	7
D	66,9	26,0	8
E	74,4	25,4	11
F	69,5	17,6	69
G	68,9	24,2	12
H	70,5	24,1	11
I	63,7	29,1	19
J	66,8	28,5	9
K	48,4	14,9	7
L	68,9	27,6	10
M	69,8	21,1	13
N	65,2	26,2	8

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 1, a velocidade máxima (V_{máx}) de cada trajeto é dada pelo valor máximo entre as velocidades pontuais¹ registradas pelo GPS para cada segundo, considerando apenas os tempos válidos de condução. A velocidade média (V_{méd}), por sua vez, é obtida através da média aritmética entre as velocidades pontuais dos tempos válidos. Uma parada é contabilizada quando o veículo apresenta por dois ou mais pontos seguidos uma velocidade abaixo de 1km/h, incluindo-se os intervalos inválidos de tempo.

A aceleração do veículo entre dois pontos foi calculada em função das velocidades pontuais dadas pelo GPS e o intervalo de tempo decorrido entre dois pontos adjacentes. Os valores máximos (em módulo) e médios obtidos para cada trajeto, considerando apenas os intervalos válidos, são apresentados na Tabela 2:

¹ Velocidade pontual é definida como “a velocidade instantânea de um veículo ($t \rightarrow 0$) quando passa por um determinado ponto ou seção da via” (COELHO; GOLDNER, 2016, p. 47)

Tabela 2 – Acelerações máximas e médias em cada trajeto

TRAJETO	Amáx (m/s ²)	Améd (m/s ²)
A	2,59	1,27E-04
B	3,40	8,37E-04
C	3,13	-9,27E-05
D	1,97	1,85E-02
E	3,40	2,02E-03
F	4,60	7,47E-04
G	3,17	4,80E-03
H	3,00	-1,67E-17
I	3,40	4,34E-04
J	3,22	2,80E-03
K	2,37	-2,04E-17
L	2,46	1,28E-17
M	2,64	1,16E-03
N	3,49	4,58E-04

Fonte: Autoria própria

Os valores mínimos (Hmín), médios (Hméd) e máximos (Hmáx) de altitude para cada trajeto, considerando todos os pontos dados pelo GPS, estão presentes na tabela 3:

Tabela 3 – Altitudes mínimas, médias e máximas para cada trajeto

TRAJETO	Hmín (m)	Hméd (m)	Hmáx (m)
A	905,27	926,72	951,81
B	902,03	916,35	939,06
C	905,87	924,63	942,10
D	903,85	908,02	914,78
E	904,66	920,29	941,39
F	902,43	931,94	977,61
G	894,44	920,82	942,70
H	900,51	916,19	938,35
I	910,53	951,90	1052,18
J	911,54	958,03	979,33
K	909,21	919,83	929,65
L	903,55	919,36	940,17
M	900,61	920,87	949,08
N	894,85	915,52	936,73

Fonte: Autoria própria

A variação das velocidades pontuais operadas pelo condutor ao longo do tempo e a topografia dos trajetos em cada um dos pontos registrados estão representadas graficamente nos apêndices I e II. Os gráficos foram realizados com o uso do programa SciDAVis, por ser um programa com melhor capacidade para lidar com grandes volumes de dados.

Para cada percurso, descreve-se nas subseções a seguir o trajeto percorrido pelo condutor e as vias que fazem parte dele e suas respectivas características – nome, hierarquia viária, número de faixas e velocidade limite. Os horários de início e término descritos incluem apenas o tempo válido de condução, excluindo-se instantes onde não haja dados de uma das entradas (GPS ou vídeos) ou onde o condutor esteja ajustando-as no veículo. O nome e a hierarquia viária correspondente a cada via são obtidas através da base de dados do eixo das vias. Para vias que não constam na base de dados, foram utilizados nomes genéricos e a observação “N/A” (não aplicável) na coluna relativa à hierarquia viária. O número de faixas é contado para os dois sentidos da via, não sendo contadas as faixas destinadas a estacionamento, conversões e retornos ou faixas exclusivas para ônibus; em caso de vias com mais de uma pista, apenas a pista onde o veículo se encontra é contabilizada. A velocidade máxima de cada via é obtida através da visualização de placas de sinalização nas filmagens dos trajetos ou considerada conforme o limite verificado na via anterior.

3.2.1 Trajeto A

O trajeto A tem início às 18:09:37 do dia 26 de junho de 2019 em uma via próxima ao edifício de engenharias do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sem identificação formal de acordo com a base utilizada, e é finalizado às 18:30:16 do mesmo dia no acesso à garagem de um edifício residencial. O itinerário percorrido pelo condutor pode ser verificado na figura 10:

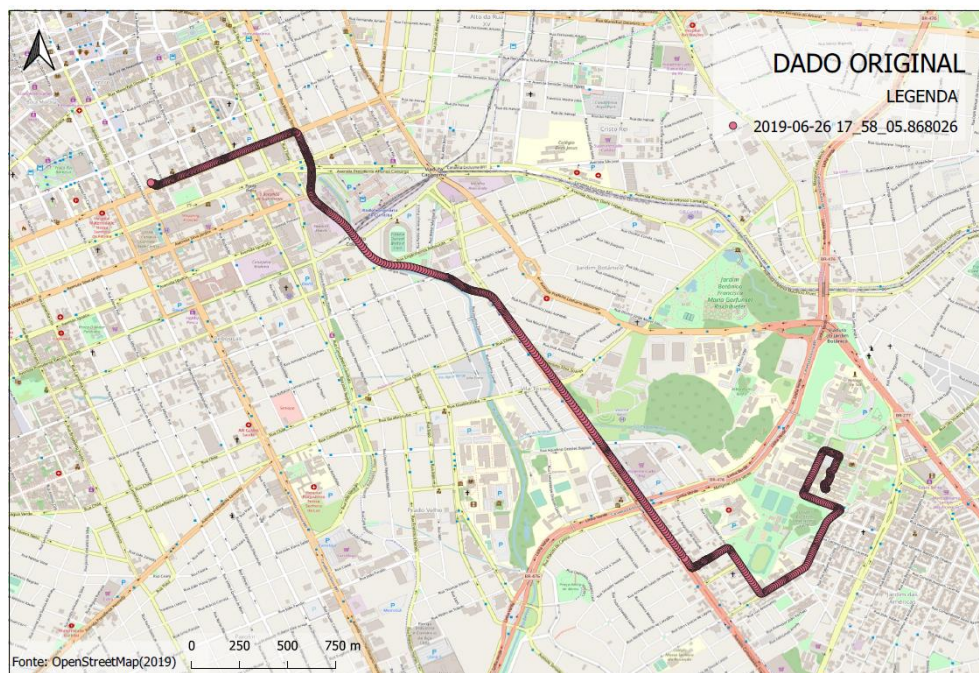


Figura 10 – Itinerário do trajeto A conforme pontos do GPS
Fonte: Torres (2019)²

A descrição do trajeto está presente no quadro 2:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	Vmáx (km/h)
R. INTERNA 1 UFPR	18:09:37	18:10:43	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	18:10:44	18:11:02	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	18:11:03	18:11:41	N/A	2	20
R. INTERNA 4 UFPR	18:11:42	18:12:08	N/A	2	20
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	18:12:09	18:12:22	NORMAL	2	40
R. AMOROSO COSTA	18:12:23	18:12:49	NORMAL	2	40
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	18:12:50	18:13:19	COLETORA 2	2	40
R. DR. OVANDE AMARAL	18:13:20	18:13:47	NORMAL	2	40
R. MTO. ROMUALDO SURIANI	18:13:48	18:16:11	NORMAL	2	40
AV. COM. FRANCO	18:16:12	18:18:42	COLETORA 1	3	70
VIADUTO DO COLORADO	18:18:43	18:22:27	NORMAL	4	60
R. MARIANO TORRES	18:22:28	18:25:50	OUTRAS VIAS	3	60
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	18:25:51	18:30:16	EXTERNA	3	50

Quadro 2 – Descrição do trajeto A
Fonte: Autoria própria

² As imagens referentes aos trajetos foram criadas por Amanda Torres, membro do grupo de pesquisa em segurança viária da UFPR, e cedidas pelo grupo para a sua inserção neste documento.

3.2.2 Trajeto B

O trajeto B inicia-se às 07:30:34 do dia 27 de junho de 2019, na avenida Visconde de Guarapuava, e tem fim às 07:45:41 do mesmo dia em um estacionamento externo ao edifício de engenharias do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em rua sem identificação formal na base utilizada. O percurso realizado pelo condutor pode ser verificado na figura 11:

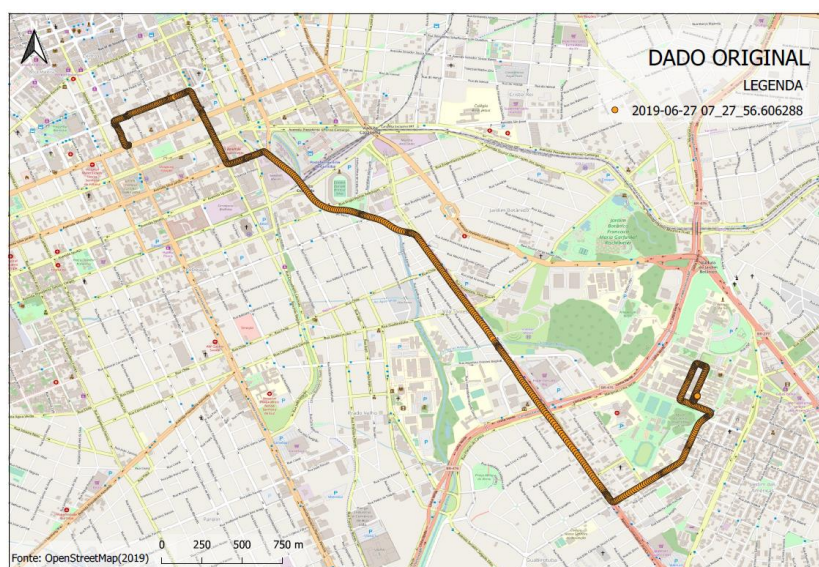


Figura 11 – Itinerário do trajeto B conforme pontos do GPS
Fonte: Torres (2019)

A descrição do trajeto está no quadro 3:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	07:30:34	07:30:50	EXTERNA	3	50
AV. MAL. FLORIANO PEIXOTO	07:30:51	07:31:59	NORMAL	2	40
R. ANDRÉ DE BARROS	07:32:00	07:33:49	NORMAL	4	40
R. JOÃO NEGRÃO	07:33:50	07:35:22	OUTRAS VIAS	4	50
AV. SILVA JARDIM	07:35:23	07:36:24	EXTERNA	6	50
VIADUTO DO COLORADO	07:36:25	07:38:48	NORMAL	4	60
AV. COM. FRANCO	07:38:49	07:41:55	COLETORA 1	3	70
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	07:41:56	07:42:39	COLETORA 2	2	40
R. AMOROSO COSTA	07:42:40	07:43:04	NORMAL	2	40
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	07:43:05	07:43:21	NORMAL	2	40
R. INTERNA 4 UFPR	07:43:22	07:43:45	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	07:43:46	07:44:22	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	07:44:23	07:44:38	N/A	2	20
R. INTERNA 1 UFPR	07:44:39	07:45:41	N/A	2	20

Quadro 3 – Descrição do trajeto B
Fonte: Autoria própria

3.2.3 Trajeto C

O trajeto C tem início às 18:15:54 do dia 27 de junho de 2019 em uma rua interna do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sem identificação formal na base utilizada, e é finalizado às 18:23:34 do mesmo dia no estacionamento externo a um supermercado situado na avenida Comendador Franco. O itinerário percorrido pelo condutor pode ser verificado na figura 12:



Figura 12 – Itinerário do trajeto C conforme pontos do GPS
Fonte: Torres (2019)

O quadro 4 apresenta a descrição do trajeto:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
R. INTERNA 1 UFPR	18:15:54	18:17:00	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	18:17:01	18:17:18	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	18:17:19	18:17:50	N/A	2	20
R. INTERNA 4 UFPR	18:17:51	18:18:12	N/A	2	20
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	18:18:13	18:18:24	NORMAL	2	40
R. AMOROSO COSTA	18:18:25	18:18:55	NORMAL	2	40
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	18:18:56	18:19:23	COLETORA 2	2	40
R. DR. OVANDE AMARAL	18:19:24	18:19:47	NORMAL	2	40
R. MTO. ROMUALDO SURIANI	18:19:48	18:21:47	NORMAL	2	40
AV. COM. FRANCO	18:21:48	18:22:46	COLETORA 1	3	70
ACESSO MERCADO	18:22:47	18:23:34	N/A	1	N/A

Quadro 4 – Descrição do trajeto C
Fonte: Autoria própria

3.2.4 Trajeto D

O trajeto D iniciou-se às 19:01:53 do dia 27 de junho de 2019 no estacionamento de um supermercado – o mesmo que foi ponto final do trajeto anterior – e teve seu término às 19:07:23 na rua Mariano Torres. A figura 13 indica no mapa o itinerário realizado pelo condutor:



Figura 13 – Itinerário do trajeto D
Fonte: Torres (2019)

O quadro 5 contém a descrição das vias percorridas:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
ACESSO MERCADO	19:01:53	19:02:42	N/A	1	N/A
AV. COM. FRANCO	19:02:43	19:04:19	COLETORA 1	3	70
VIADUTO DO COLORADO	19:04:20	19:07:17	NORMAL	4	60
R. MARIANO TORRES	19:07:18	19:07:23	OUTRAS VIAS	3	60

Quadro 5 – Descrição do trajeto D
Fonte: Autoria própria

3.2.5 Trajeto E

O trajeto E inicia-se às 09:35:04 do dia 28 de junho de 2019, na avenida Visconde de Guarapuava, e tem fim às 09:50:09 do mesmo dia em um estacionamento externo ao edifício de engenharias do Centro Politécnico da Universidade Federal do

Paraná (UFPR), em rua sem identificação formal conforme a base utilizada. O percurso realizado pelo condutor pode ser verificado na figura 14:

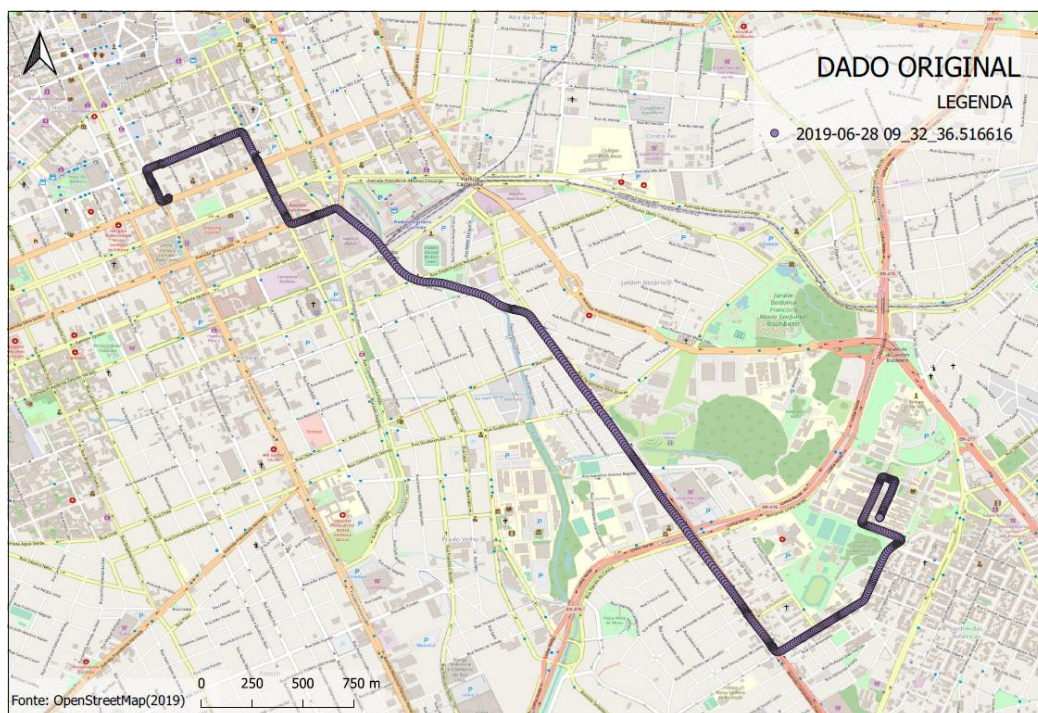


Figura 14 – Itinerário do trajeto E
Fonte: Torres (2019)

O quadro 6 apresenta a descrição do trajeto percorrido:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	09:35:04	09:35:31	EXTERNA	3	50
AV. MAL. FLORIANO PEIXOTO	09:35:32	09:36:46	NORMAL	2	40
R. ANDRÉ DE BARROS	09:36:47	09:38:09	NORMAL	4	40
R. JOÃO NEGRÃO	09:38:10	09:39:45	OUTRAS VIAS	4	50
AV. SILVA JARDIM	09:39:46	09:40:51	EXTERNA	6	50
VIADUTO DO COLORADO	09:40:52	09:42:39	NORMAL	4	60
AV. COM. FRANCO	09:42:40	09:46:21	COLETORA 1	3	70
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	09:46:22	09:47:10	COLETORA 2	2	40
R. AMOROSO COSTA	09:47:11	09:47:33	NORMAL	2	40
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	09:47:34	09:47:57	NORMAL	2	40
R. INTERNA 4 UFPR	09:47:58	09:48:21	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	09:48:22	09:48:50	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	09:48:51	09:49:09	N/A	2	20
R. INTERNA 1 UFPR	09:49:10	09:50:08	N/A	2	20

Quadro 6 – Descrição do trajeto E
Fonte: Autoria própria

3.2.6 Trajeto F

O trajeto F teve início às 18:40:56 do dia 28 de junho de 2019, em uma rua interna ao campus Centro Politécnico da UFPR, não nomeada de acordo com as bases utilizadas; o condutor dirige-se à região do bairro Santa Quitéria, estaciona e permanece por alguns minutos até se dirigir à região central da cidade. O trajeto termina às 19:57:36 da mesma data, na garagem de um edifício residencial. A figura 15 demonstra a realização desse trajeto em um mapa:

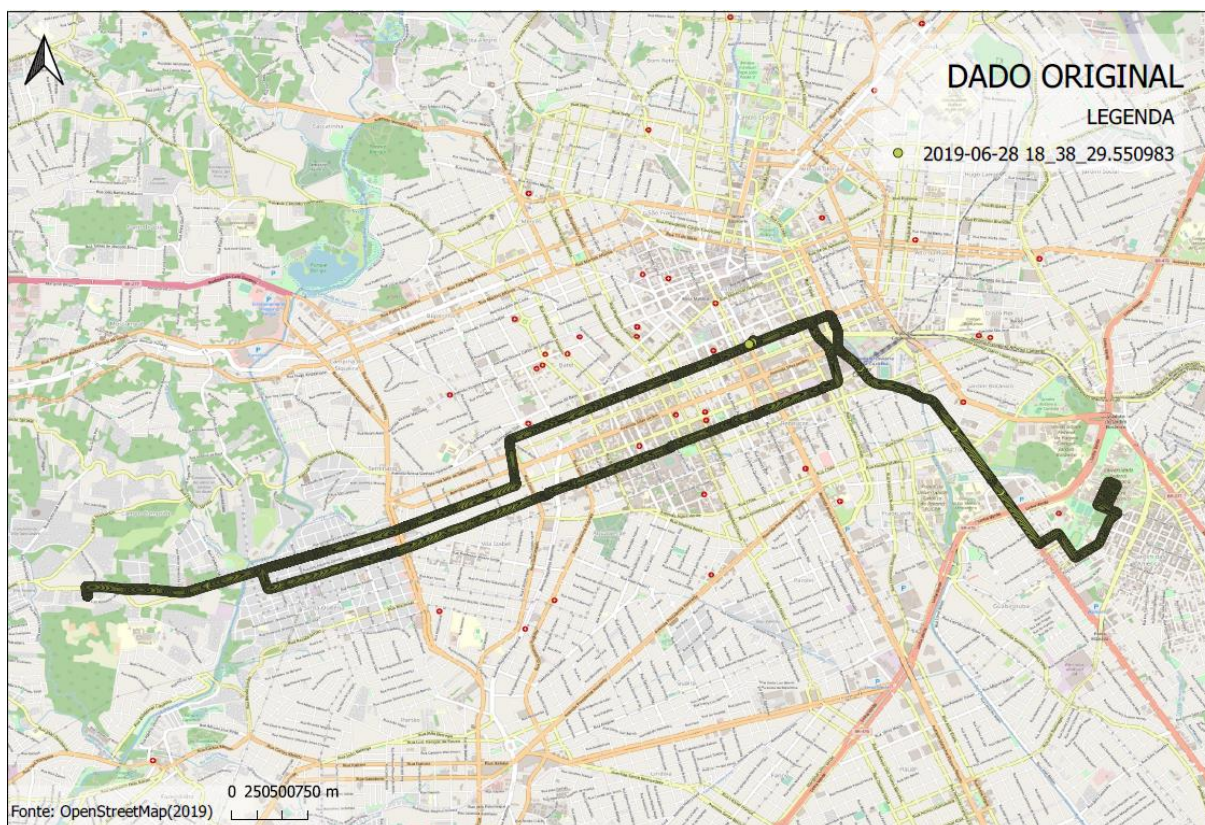


Figura 15 – Itinerário do trajeto F
Fonte: Torres (2019)

O quadro 7 mostra quais foram as vias utilizadas pelo condutor para a realização desse trajeto:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
R. INTERNA 1 UFPR	18:38:36	18:43:37	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	18:43:38	18:43:59	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	18:44:00	18:44:43	N/A	2	20
R. INTERNA 4 UFPR	18:44:44	18:45:13	N/A	2	20
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	18:45:14	18:45:27	NORMAL	2	40
R. AMOROSO COSTA	18:45:28	18:45:57	NORMAL	2	40
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	18:45:58	18:46:30	COLETORA 2	2	40
R. DR. OVANDE AMARAL	18:46:31	18:46:58	NORMAL	2	40
R. MTO. ROMUALDO SURIANI	18:46:59	18:47:57	NORMAL	2	40
AV. COM. FRANCO	18:47:58	18:50:25	COLETORA 1	3	70
VIADUTO DO COLORADO	18:50:26	18:53:44	NORMAL	4	60
R. MARIANO TORRES	18:53:45	18:56:51	OUTRAS VIAS	3	60
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	18:56:52	19:06:57	EXTERNA	3	50
R. CÂNDIDO XAVIER	19:06:58	19:09:21	NORMAL	2	50
AV. IGUAÇU	19:09:22	19:11:46	NORMAL	3	30
R. JOÃO ALENCAR GUIMARÃES	19:11:47	19:22:51	NORMAL	2	50
R. RENATO POLATTI	19:22:52	19:25:06	NORMAL	3	40
R. LUIZ RONALDO CANALLI	19:25:07	19:32:37	NORMAL	2	30
R. RENATO POLATTI	19:32:38	19:34:28	NORMAL	3	40
R. JOÃO ALENCAR GUIMARÃES	19:34:29	19:35:50	NORMAL	2	50
R. HERBERT NEAL	19:35:51	19:36:13	NORMAL	2	50
R. MAJ. FRANÇA GOMES	19:36:14	19:40:20	COLETORA 1	2	50
AV. PRES. GETÚLIO VARGAS	19:40:21	19:52:18	SETORIAL	3	50
R. CONS. LAURINDO	19:52:19	19:55:27	OUTRAS VIAS	4	60
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	19:55:28	19:57:36	EXTERNA	3	50

Quadro 7 – Descrição do trajeto F
Fonte: Autoria própria

3.2.7 Trajeto G

O trajeto G ocorreu em 4 de julho de 2019, entre 16:41:17 e 16:56:47. O condutor saiu de uma rua interna do campus Centro Politécnico da UFPR, sem identificação nas bases de dados verificadas, e chegou a uma garagem de um prédio residencial, situado na zona central do município. A figura 16 indica o trajeto em um mapa:

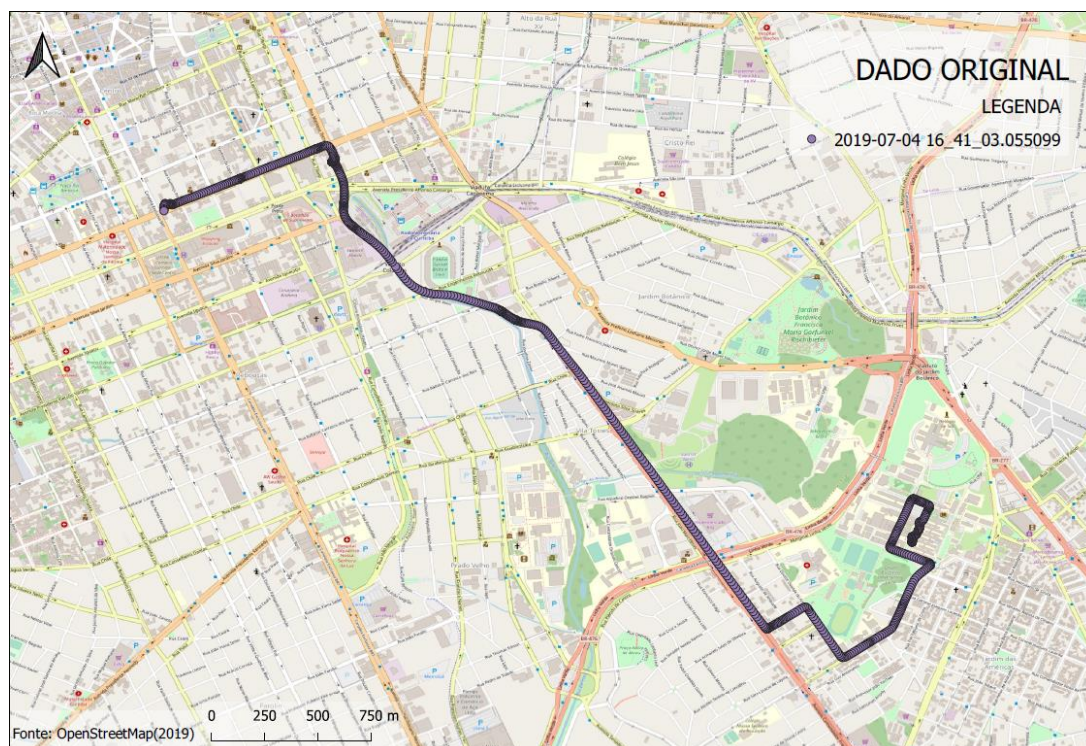


Figura 16 – Itinerário do trajeto G
Fonte: Torres (2019)

O trajeto é descrito no quadro 8, a seguir:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
R. INTERNA 1 UFPR	16:41:17	16:43:30	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	16:43:31	16:43:52	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	16:43:53	16:44:28	N/A	2	20
R. INTERNA 4 UFPR	16:44:29	16:44:52	N/A	2	20
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	16:44:53	19:45:04	NORMAL	2	40
R. AMOROSO COSTA	19:45:05	16:45:32	NORMAL	2	40
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	16:45:33	16:46:01	COLETORA 2	2	40
R. DR. OVANDE AMARAL	16:46:02	16:46:25	NORMAL	2	40
R. MTO. ROMUALDO SURIANI	16:46:26	16:47:04	NORMAL	2	40
AV. COM. FRANCO	16:47:05	16:48:58	COLETORA 1	3	70
VIADUTO DO COLORADO	16:48:59	16:52:16	NORMAL	4	60
R. MARIANO TORRES	16:52:17	16:54:09	OUTRAS VIAS	3	60
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	16:54:10	16:56:47	EXTERNA	3	50

Quadro 8 – Descrição do trajeto G
Fonte: Autoria própria

3.2.8 Trajeto H

O trajeto H tem início às 09:24:34 do dia 5 de julho de 2019 na avenida Visconde de Guarapuava e é finalizado às 09:40:48 do mesmo dia em uma rua interna do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sem identificação

formal de acordo com a base utilizada. O itinerário percorrido pelo condutor pode ser verificado na figura 17:

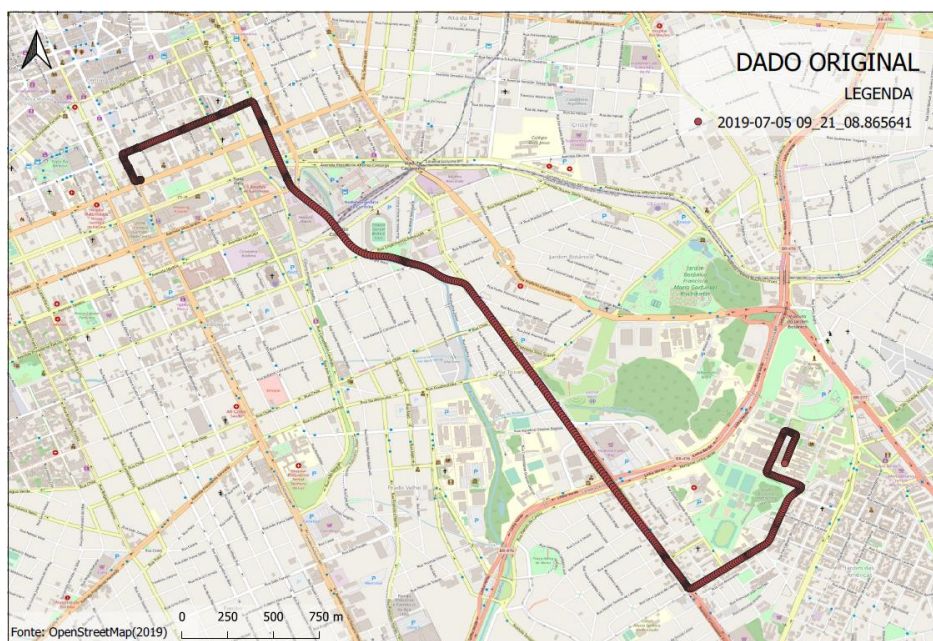


Figura 17 – Itinerário do trajeto H
Fonte: Torres (2019)

O detalhamento do itinerário pode ser visto no quadro 9:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	09:24:34	09:24:55	EXTERNA	3	50
AV. MAL. FLORIANO PEIXOTO	09:24:56	09:27:25	NORMAL	2	40
R. ANDRÉ DE BARROS	09:27:26	09:30:11	NORMAL	4	40
R. NILO CAIRO	09:30:12	09:30:34	NORMAL	3	40
R. TIBAGI	09:30:35	09:32:39	OUTRAS VIAS	3	40
VIADUTO DO COLORADO	09:32:40	09:34:26	NORMAL	4	60
AV. COM. FRANCO	09:34:27	09:37:42	COLETORA 1	3	70
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	09:37:43	09:38:24	COLETORA 2	2	40
R. AMOROSO COSTA	09:38:25	09:38:48	NORMAL	2	40
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	09:38:49	09:39:02	NORMAL	2	40
R. INTERNA 4 UFPR	09:39:03	09:39:26	N/A	2	20
R. INTERNA 3 UFPR	09:39:27	09:39:59	N/A	2	20
R. INTERNA 2 UFPR	09:40:00	09:40:18	N/A	2	20
R. INTERNA 1 UFPR	09:40:19	09:40:48	N/A	2	20

Quadro 9 – Descrição do trajeto H
Fonte: Autoria própria

3.2.9 Trajeto I

O trajeto I iniciou-se às 10:53:03 do dia 6 de julho de 2019, na garagem de um edifício situado na avenida Visconde de Guarapuava e teve término às 11:13:29, em frente à sede Ecoville da UTFPR. A figura 18 indica como se deu o trajeto:

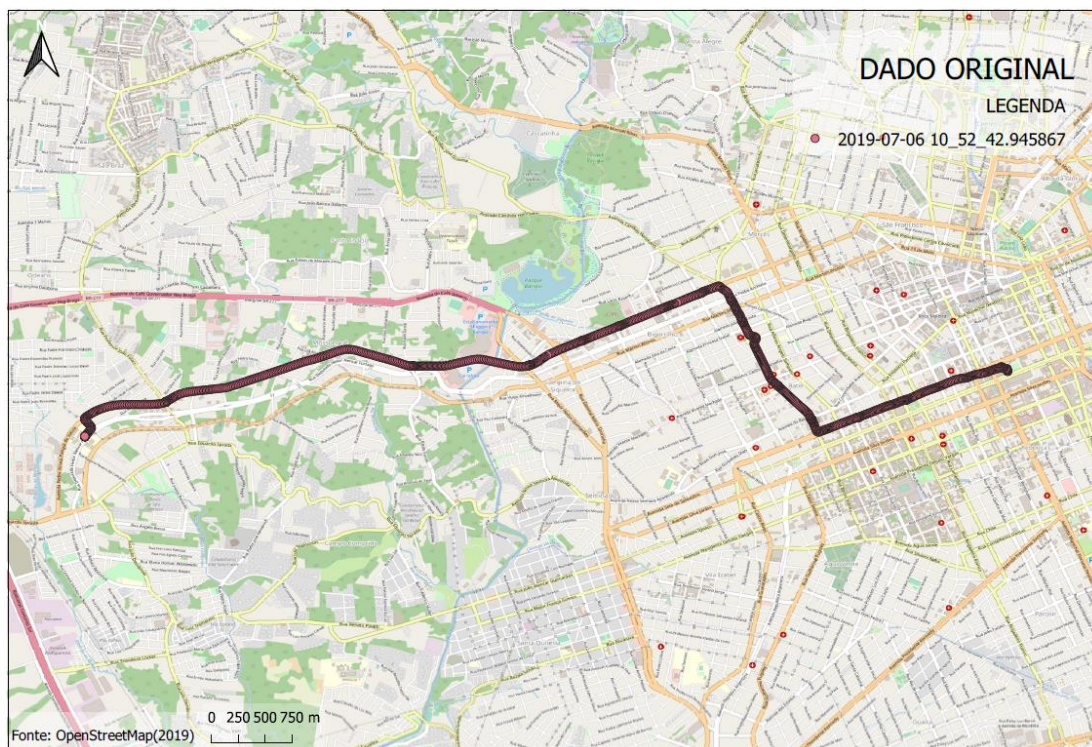


Figura 18 – Itinerário do trajeto I
Fonte: Torres (2019)

O quadro 10 indica o trajeto realizado de maneira mais detalhada:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	10:53:03	10:57:55	EXTERNA	3	50
R. BENTO VIANA	10:57:56	10:58:45	PRIORITÁRIA 2	3	40
R. TEIXEIRA COELHO	10:58:46	10:59:49	PRIORITÁRIA 2	2	40
R. CAP. SOUZA FRANCO	10:59:50	11:00:27	PRIORITÁRIA 2	2	40
PÇ. ALFREDO ANDERSEN	11:00:28	11:00:44	PRIORITÁRIA 2	2	40
R. CAP. SOUZA FRANCO	11:00:45	11:02:45	PRIORITÁRIA 2	2	50
R. PE. AGOSTINHO	11:02:46	11:05:57	EXTERNA	4	60
R. PROF. PEDRO VIRIATO PARIGOT DE SOUZA	11:05:58	11:12:46	EXTERNA	4	60
R. ÂNGELO NABOSNE	11:12:47	11:12:58	OUTRAS VIAS	2	30
R. DEP. HEITOR ALENCAR FURTADO	11:12:59	11:13:29	CENTRAL	1	30

Quadro 10 – Descrição do trajeto I
Fonte: Autoria própria

3.2.10 Trajeto J

O trajeto J ocorreu no dia 6 de julho de 2019, entre 13:02:35 e 13:14:52. O condutor saiu da rua Deputado Heitor Alencar Furtado, em frente à sede Ecoville da UTFPR e chegou ao estacionamento de um supermercado situado no bairro Bigorrião. A figura 19 indica o trajeto em um mapa:

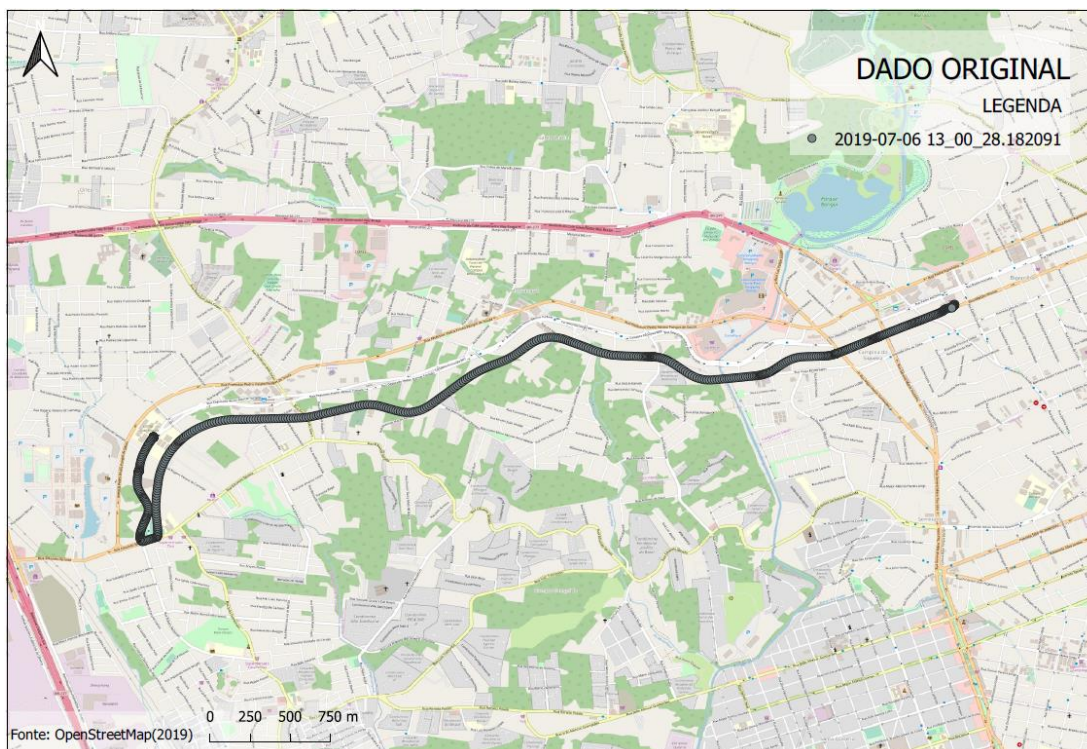


Figura 19 – Itinerário do trajeto J
Fonte: Torres (2019)

O trajeto realizado está descrito no quadro 11:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
R. DEP. HEITOR ALENCAR FURTADO	13:02:35	13:05:22	CENTRAL	1	30
R. EDUARDO SPRADA	13:05:23	13:05:40	SETORIAL	2	30
R. MONS. IVO ZANLORENZI	13:05:41	13:13:07	EXTERNA	4	60
R. MARTIM AFONSO	13:13:08	13:13:48	EXTERNA	4	60
ACESSO MERCADO	13:13:49	13:14:52	N/A	1	N/A

Quadro 11 – Descrição do trajeto J
Fonte: Autoria própria

3.2.11 Trajeto K

O trajeto K tem início às 08:59:02 do dia 8 de julho de 2019, na avenida Visconde de Guarapuava, e é finalizado às 09:05:51 do mesmo dia na rua Alferes Poli. O itinerário percorrido pelo condutor pode ser verificado na figura 20:

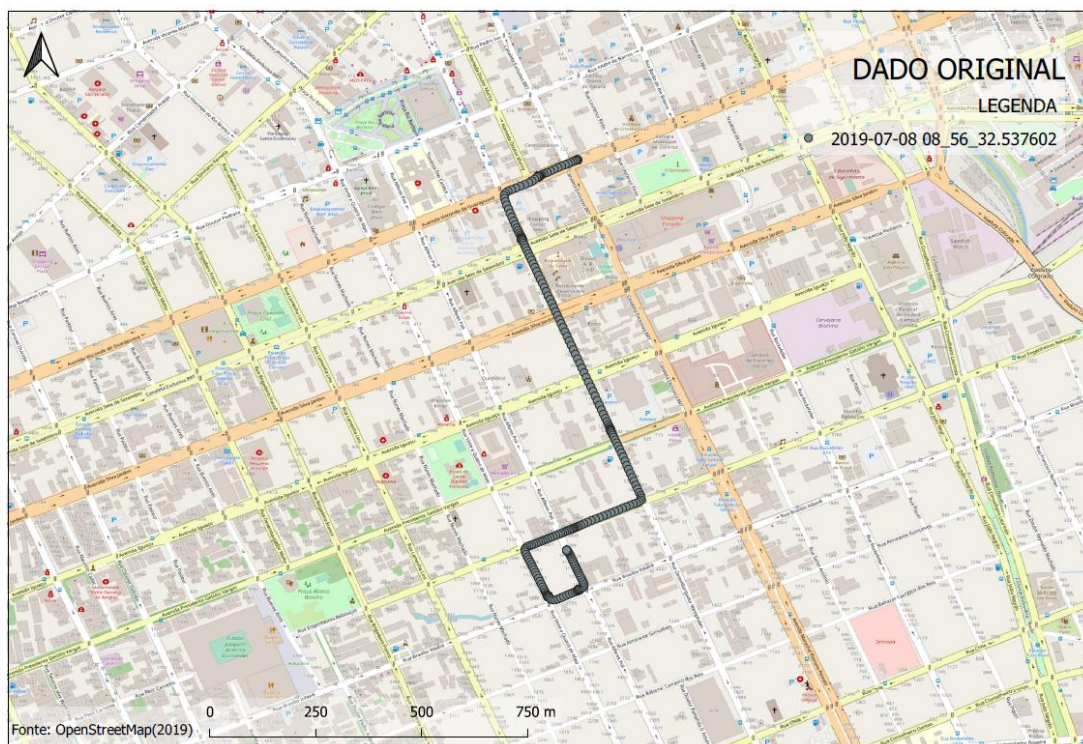


Figura 20 – Itinerário do trajeto K
Fonte: Torres (2019)

O quadro 12 indica o trajeto realizado de maneira mais detalhada:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	08:59:02	09:00:09	EXTERNA	3	50
R. DES. WESTPHALEN	09:00:10	09:02:48	SETORIAL	3	50
R. ENGS. REBOUÇAS	09:02:49	09:03:33	PRIORITÁRIA 1	3	60
R. 24 DE MAIO	09:03:34	09:04:31	COLETORA 1	2	50
R. BRASÍLIO ITIBERÊ	09:04:32	09:05:24	PRIORITÁRIA 1	2	50
R. ALF. POLI	09:05:25	09:05:51	COLETORA 1	3	50

Quadro 12 – Descrição do trajeto K
Fonte: Autoria própria

3.2.12 Trajeto L

O trajeto L ocorreu em 8 de julho de 2019, entre 09:10:24 e 09:24:45. O condutor saiu da rua Alferes Poli, e chegou a uma rua interna do campus Centro

Politécnico da UFPR, sem denominação na base de dados. A figura 21 indica este trajeto em um mapa:

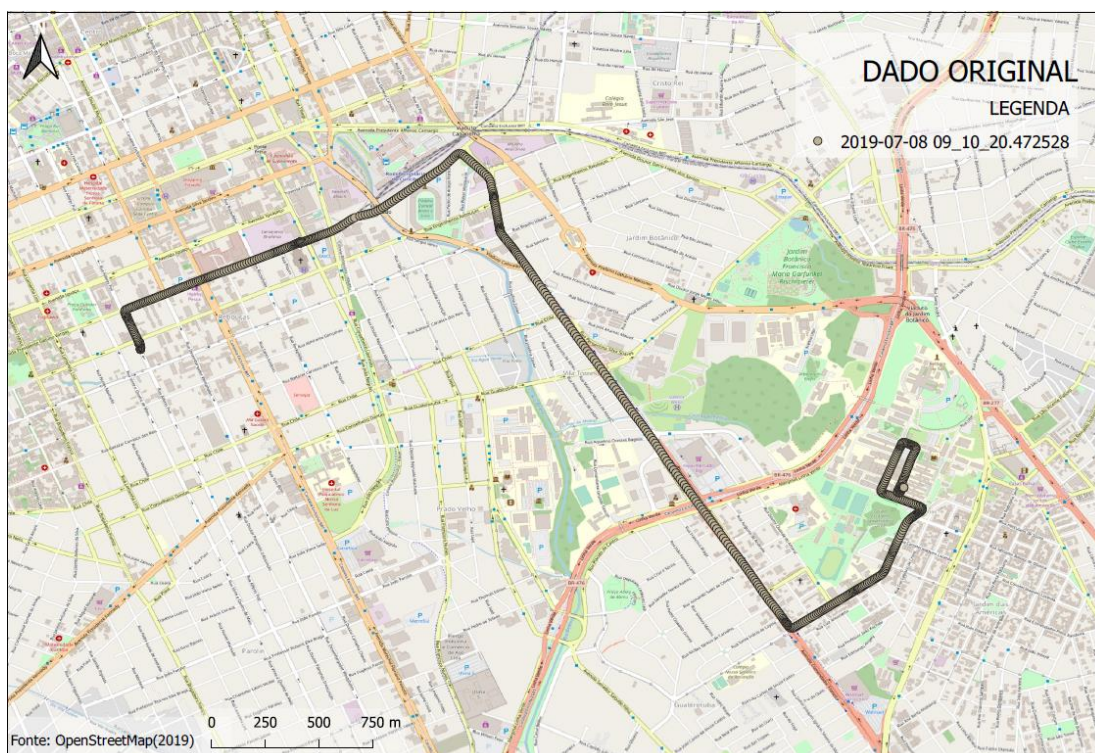


Figura 21 – Itinerário do trajeto L
Fonte: Torres (2019)

O trajeto realizado está descrito no quadro 13:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	V _{máx} (km/h)
R. ALF. POLI	09:10:24	09:12:05	COLETORA 1	3	50
AV. PRES. GETÚLIO VARGAS	09:12:06	09:14:43	SETORIAL	3	50
AV. DR. DÁRIO LOPES DOS SANTOS	09:14:44	09:15:42	SETORIAL	2	60
AV. COM. FRANCO	09:15:43	09:20:51	COLETORA 1	3	70
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	09:20:52	09:21:48	COLETORA 2	2	40
R. AMOROSO COSTA	09:21:49	09:22:16	NORMAL	2	40
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	09:22:17	09:22:39	NORMAL	2	40
RUA INTERNA 4 UFPR	09:22:40	09:23:03	N/A	2	20
RUA INTERNA 3 UFPR	09:23:04	09:23:32	N/A	2	20
RUA INTERNA 2 UFPR	09:23:33	09:23:47	N/A	2	20
RUA INTERNA 1 UFPR	09:23:48	09:24:45	N/A	2	20

Quadro 13 – Descrição do trajeto L
Fonte: Autoria própria

3.2.13 Trajeto M

O trajeto M iniciou-se às 16:51:22 do dia 8 de julho de 2019, em uma rua interna do campus Centro Politécnico da UFPR, sem denominação na base de dados, e teve término às 17:10:25, em um posto de gasolina. A figura 22 indica como se deu o trajeto:

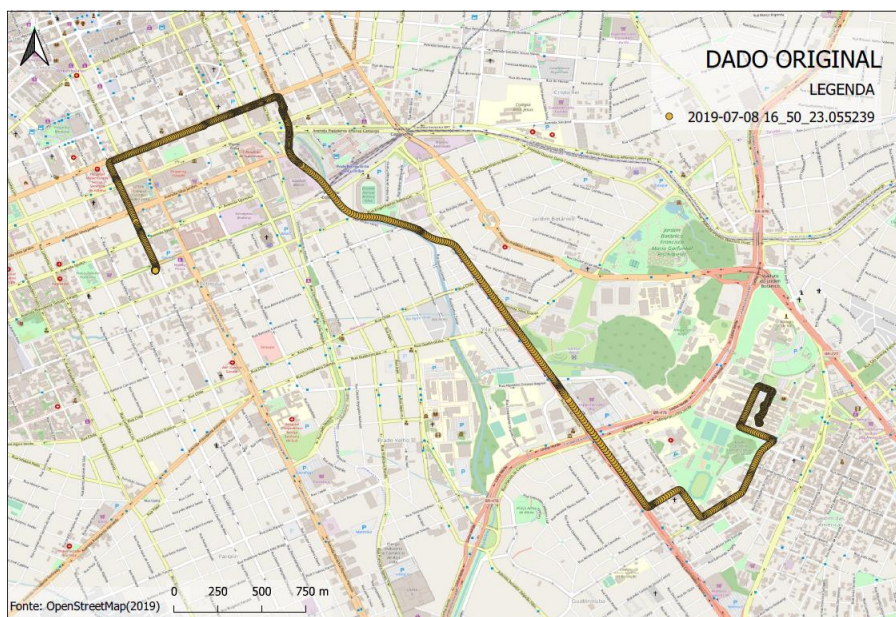


Figura 22 – Itinerário do trajeto M
Fonte: Torres (2019)

O quadro 14 apresenta o detalhamento do trajeto:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO FAIXAS	Vmáx (km/h)
RUA INTERNA 1 UFPR	16:51:22	16:52:29	N/A	2	20
RUA INTERNA 2 UFPR	16:52:30	16:52:52	N/A	2	20
RUA INTERNA 3 UFPR	16:52:53	16:53:32	N/A	2	20
RUA INTERNA 4 UFPR	16:53:33	16:53:55	N/A	2	20
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	16:53:56	16:54:08	NORMAL	2	40
R. AMOROSO COSTA	16:54:09	16:54:33	NORMAL	2	40
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	16:54:34	16:55:02	COLETORA 2	2	40
R. DR. OVANDE AMARAL	16:55:03	16:55:22	NORMAL	2	40
R. PROF. LÉO KESSLER	16:55:23	16:56:45	NORMAL	2	30
AV. COM. FRANCO	16:56:46	16:59:19	COLETORA 1	3	70
VIADUTO DO COLORADO	16:59:20	17:01:15	NORMAL	4	60
R. MARIANO TORRES	17:01:16	17:03:14	OUTRAS VIAS	3	60
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	17:03:15	17:07:21	EXTERNA	3	50
R. DES. WESTPHALEN	17:07:22	17:10:25	SETORIAL	3	50

Quadro 14 – Descrição do trajeto M
Fonte: Autoria própria

3.2.14 Trajeto N

O trajeto N tem início às 09:25:28 do dia 9 de julho de 2019 na avenida Visconde de Guarapuava e é finalizado às 09:42:59 do mesmo dia em uma rua interna do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sem identificação na base utilizada. O itinerário percorrido pode ser verificado na figura 23:



Figura 23 – Itinerário do trajeto N
Fonte: Torres (2019)

O quadro 15 indica o trajeto realizado de maneira mais detalhada:

NOME DA VIA	INÍCIO	FIM	HIERARQUIA VIÁRIA	NÚMERO DE FAIXAS	V _{máx} (km/h)
AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA	09:25:28	09:26:31	EXTERNA	3	50
R. DES. WESTPHALEN	09:26:32	09:29:17	SETORIAL	3	50
R. ENGS. REBOUÇAS	09:29:18	09:30:30	PRIORITÁRIA 1	3	60
R. 24 DE MAIO	09:30:31	09:30:46	COLETORA 1	2	50
R. BRÁSÍLIO ITIBERÊ	09:30:47	09:31:03	PRIORITÁRIA 1	2	50
R. ALF. POLI	09:31:04	09:31:36	COLETORA 1	3	50
R. ENGS. REBOUÇAS	09:31:37	09:31:52	PRIORITÁRIA 1	3	60
R. 24 DE MAIO	09:31:53	09:32:09	COLETORA 1	2	50
R. BRÁSÍLIO ITIBERÊ	09:32:10	09:36:24	PRIORITÁRIA 1	2	50
VIADUTO DO COLORADO	09:36:25	09:36:54	NORMAL	4	60
AV. COM. FRANCO	09:36:55	09:39:19	COLETORA 1	3	70
R. DR. ALCIDES VIEIRA ARCO-VERDE	09:39:20	09:40:04	COLETORA 2	2	40
R. AMOROSO COSTA	09:40:05	09:40:31	NORMAL	2	40
R. EVARISTO F. FERREIRA DA COSTA	09:40:32	09:40:54	NORMAL	2	40
RUA INTERNA 4 UFPR	09:40:55	09:41:18	N/A	2	20
RUA INTERNA 3 UFPR	09:41:19	09:41:58	N/A	2	20
RUA INTERNA 2 UFPR	09:41:59	09:42:12	N/A	2	20
RUA INTERNA 1 UFPR	09:42:13	09:42:59	N/A	2	20

Quadro 15 – Descrição do trajeto N
Fonte: Autoria própria

3.3 DISCREPÂNCIA ENTRE TEMPOS E TEMPO VÁLIDO DE CONDUÇÃO

Na maior parte dos trajetos, há uma diferença entre o horário mostrado pela câmera e o horário que apresenta a mesma posição quando verificado no mapa de pontos gerado pelo GPS. Nos dados apresentados nesta pesquisa, os horários associados a uma posição ou comportamento do condutor são sempre os que estão registrados no GPS.

A diferença entre os horários dentro do sistema foi verificada através dos instantes onde há o final de uma conversão. Por exemplo, considerando o trajeto B do teste, o final da conversão realizada da rua João Negrão para a avenida Silva Jardim é computado, no GPS, como realizado às 7:35:23 no horário local; porém, as filmagens indicam que o final dessa conversão foi realizado às 7:35:17, totalizando uma discrepância de seis segundos. A figura 24 mostra esse ponto visto pela filmagem e pelos dados do GPS, respectivamente:

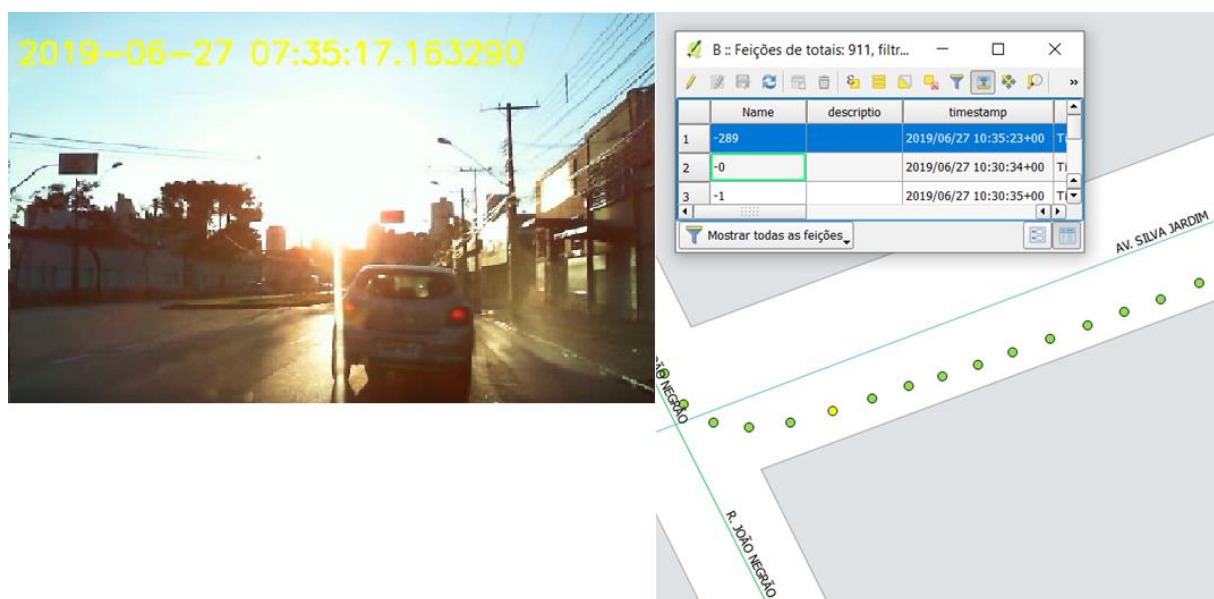


Figura 24 – Discrepância de tempos em um ponto do trajeto B
Fonte: Autoria própria

Em todos os trajetos estudados, há uma discrepância entre os horários mostrados pela câmera e pelo GPS. O GPS sempre apresenta horário adiantado em relação à filmagem. As diferenças entre tempos encontradas estão mostradas na tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Tempo de discrepância entre GPS e filmagens

TRAJETO	DISCREPÂNCIA
A	00:00:01
B	00:00:06
C	00:00:02
D	00:00:04
E	00:00:06
F	00:00:06
G	00:00:14
H	00:00:15
I	00:00:02
J	00:00:01
K	00:00:03
L	00:00:01
M	00:00:05
N	00:00:04

Fonte: Autoria própria

Na maioria dos trajetos, as discrepâncias notadas são maiores do que dois segundos e os horários encontrados para eventos registrados pela câmera foram ajustados a fim de compatibilizar os dados das filmagens com os registrados pelo GPS. Nos outros trajetos, a diferença não foi ajustada por não ser considerada relevante para os dados calculados.

Um instante de tempo é considerado válido para as análises posteriores apenas se houver dados correspondentes a ele no GPS e nas filmagens e se o veículo não se encontrar estacionado – o que, em grande parte dos casos, inclui o tempo de ajustes inicial e final dos equipamentos presentes no veículo pelo condutor. A tabela 5 indica quais intervalos de tempo foram considerados inválidos nos trajetos de teste e qual o motivo considerado para isso:

Tabela 5 – Tempos inválidos nos trajetos de teste

TRAJETO	INÍCIO	FIM	MOTIVO
A	17:58:09	18:09:37	Ajuste inicial
A	18:30:16	18:30:17	Não consta vídeo
B	07:28:06	07:30:34	Não consta GPS
B	07:45:31	07:45:51	Ajuste final, não consta GPS
C	18:15:46	18:15:54	Ajuste inicial
C	18:23:34	18:23:48	Ajuste final, não consta GPS
D	19:01:41	19:01:53	Ajuste inicial
D	19:07:24	19:07:41	Não consta GPS e vídeo
D	19:07:41	19:11:21	Não consta GPS
E	09:32:46	09:35:03	Ajuste inicial, não consta GPS
E	09:50:09	09:50:36	Ajuste final
F	18:38:36	18:40:55	Ajuste inicial
F	19:25:43	19:27:30	Estacionado
F	19:28:06	19:28:44	Estacionado
F	19:29:15	19:30:07	Estacionado
F	19:30:31	19:32:20	Estacionado
F	19:57:36	19:58:50	Não consta GPS
G	16:56:48	16:58:32	Ajuste final, não consta GPS
H	09:21:27	09:24:33	Não consta GPS
H	09:40:48	09:40:58	Ajuste final
I	10:52:46	10:53:02	Ajuste inicial, não consta GPS
I	11:13:30	11:13:43	Estacionado
J	13:00:31	13:01:03	Ajuste inicial
J	13:01:04	13:02:34	Estacionado
J	13:03:05	13:03:48	Estacionado
J	13:14:53	13:21:03	Estacionado, não consta GPS
K	08:56:39	08:59:01	Ajuste inicial, não consta GPS
K	09:05:52	09:05:57	Estacionado, não consta GPS
L	09:10:21	09:10:23	Não consta vídeo
L	09:24:46	09:10:23	Estacionado, não consta vídeo
M	16:50:27	16:51:21	Ajuste inicial, não consta vídeo
M	17:10:26	17:10:51	Ajuste final
N	09:21:21	09:25:27	Ajuste inicial, não consta GPS
N	09:43:00	09:43:28	Estacionado

Fonte: Autoria própria

3.4 AVALIAÇÃO DOS FATORES

Para a análise dos dados de teste necessários à formulação da metodologia, foi escolhido um fator de cada grupo citado no capítulo de revisão bibliográfica. A escolha desses fatores entre todos os mencionados anteriormente leva em

consideração a importância, a capacidade de medição e verificação no contexto dos testes realizados, e as limitações temporais na elaboração das análises. O fator humano escolhido foi o uso do telefone celular e o fator ambiental a ser estudado é a presença de dispositivos de redução de velocidade.

3.4.1 Uso de Telefone Celular

As utilizações do celular pelo condutor devem ser registradas em tabela, sendo uma linha para cada vez que o aparelho é utilizado. A tabela de registros apresenta colunas para:

- Identificação do condutor (no caso do teste, Driver_A);
- Trajeto (identificados por letras);
- Início, fim e duração do uso do telefone celular;
- Tipo de uso do aparelho (vendo, digitando, realizando chamada em viva-voz, realizando chamada com celular em mãos, entre outros);
- Regime de tráfego nos instantes inicial e final do registro (congestionado, fluindo, parado em semáforo, parado em via cruzando preferencial, entre outros);
- Condição climática (presença ou ausência de fatores climáticos que interferem na condução, como chuva ou neblina);
- Período do dia;
- Quantidade de pedestres, ciclistas, motocicletas e carros/caminhões nos instantes inicial e final do registro;
- Média das velocidades pontuais e seu respectivo desvio-padrão para cada um dos intervalos avaliados.

A avaliação realizada para o trajeto de teste e a metodologia com a qual os registros de uso do telefone celular devem ser avaliados pelo pesquisador responsável serão detalhadas no capítulo de resultados.

Os instantes registrados onde ocorreu o uso do telefone celular pelo condutor estão presentes no quadro 16:

Quadro 16 – Registros de utilização de telefone celular pelo condutor nos trajetos de teste
Fonte: Aatoria própria

Condutor	Coleta	Trajeto	Uso celular				Regime tráfego		Condição climática	Período do dia	Quantidade usuários via								Velocidade média (km/h)	σ Velocidade (km/h)
			Início	Fim	Duração	Uso					Pedestre		Ciclistas		Moto		Carros e caminhões			
							Início	Fim			Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim				
Driver_A	1	A	18:14:15	18:14:40	00:00:25	Vendo/rolando	Parado/preferencial	Fluindo	Chuva	Noite	0	0	0	0	0	0	2	2	1,8	3,2
Driver_A	1	A	18:28:36	18:29:00	00:00:24	Vendo/rolando, digitando	Outro	Outro	Chuva	Noite	1	1	0	0	0	0	2	2	0,1	0,1
Driver_A	1	A	18:29:05	18:29:20	00:00:15	Vendo/rolando	Outro	Outro	Chuva	Noite	1	2	0	0	0	0	1	1	0,2	0,7
Driver_A	1	A	18:29:33	18:29:42	00:00:09	Vendo/rolando	Outro	Outro	Chuva	Noite	0	1	0	0	1	0	0	0	0,2	0,2
Driver_A	1	A	18:29:50	18:30:04	00:00:14	Vendo/rolando	Outro	Outro	Chuva	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	2,1
Driver_A	1	B	07:35:44	07:36:05	00:00:21	Vendo/rolando, digitando	Parado/semáforo	Fluindo	Sol	Dia	0	0	0	0	0	0	2	3	0,4	1,6
Driver_A	1	B	07:38:10	07:38:43	00:00:33	Digitando	Parado/semáforo	Fluindo	Sol	Dia	0	0	0	0	0	0	0	1	1,0	3,8
Driver_A	1	E	09:42:09	09:42:29	00:00:20	Vendo/rolando	Parado/semáforo	Fluindo	Sol	Dia	0	1	1	0	0	0	2	3	0,4	1,7
Driver_A	1	F	18:42:28	18:42:47	00:00:19	Vendo/rolando	Parado/outro	Parado/outro	Sol	Noite	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,5
Driver_A	1	F	18:44:09	18:44:25	00:00:16	Vendo/rolando	Fluindo	Fluindo	Sol	Noite	0	0	0	0	0	0	1	1	20,2	3,9
Driver_A	1	H	09:27:51	09:27:56	00:00:05	Vendo/rolando	Parado/semáforo	Parado/semáforo	Sol	Dia	1	1	0	0	0	0	2	1	0,2	0,1
Driver_A	1	I	10:55:13	10:55:23	00:00:10	Vendo/rolando	Parado/semáforo	Parado/semáforo	Sol	Dia	0	0	0	0	0	0	4	4	0,1	0,1
Driver_A	1	M	16:55:39	16:56:40	00:01:01	Digitando	Parado/semáforo	Fluindo	Sol	Dia	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	1,4
Driver_A	1	M	16:56:48	16:56:50	00:00:02	Vendo/rolando	Fluindo	Fluindo	Sol	Dia	0	0	0	0	0	0	5	5	38,9	3,5

As porcentagens de tempo nas quais o condutor faz uso do telefone celular, em relação ao tempo válido total do trajeto correspondente, estão presentes na tabela 6:

Tabela 6 – Tempos de uso do celular

TRAJETO	Tempo válido total (s)	Tempo de uso do celular	Uso do celular (%)
A	00:20:37	00:01:27	7,03
B	00:14:56	00:00:54	6,03
E	00:15:04	00:00:20	2,21
F	01:11:19	00:00:35	0,82
H	00:16:14	00:00:05	0,51
I	00:20:25	00:00:10	0,82
M	00:19:02	00:01:03	5,52

Fonte: Autoria própria

A frequência de usos do aparelho pelo condutor em relação ao tempo válido total de cada trajeto, em número de usos a cada cinco minutos, pode ser verificada na tabela 7:

Tabela 7 – Frequência de uso do celular

TRAJETO	Tempo válido total (s)	Número usos	Frequência (uso/5min)
A	00:20:37	5	1,21
B	00:14:56	2	0,67
E	00:15:04	1	0,33
F	01:11:19	2	0,14
H	00:16:14	1	0,31
I	00:20:25	1	0,24
M	00:19:02	2	0,53

Fonte: Autoria própria

Dentre os registros obtidos, é possível verificar que na maior parte das vezes o condutor estudado faz uso do telefone celular enquanto o veículo está parado. Em apenas dois dos registros (segundo registro do trajeto F e segundo registro do trajeto M), ele inicia e termina seu uso enquanto o tráfego está fluindo e o veículo está em movimento.

Para a avaliação do *speed adaptation*, apenas o trecho relativo ao trajeto F será avaliado, pois o condutor não passa pelo outro trecho nos outros trajetos de teste. A localização do trecho avaliado no mapa, representado pelos pontos destacados em amarelo, pode ser vista na figura 25:

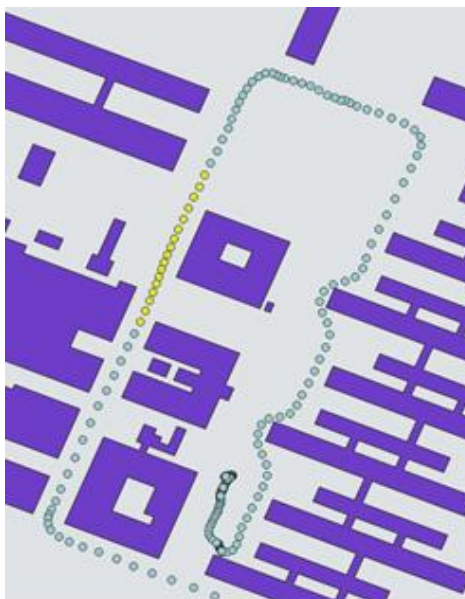


Figura 25 – Localização no mapa do registro de uso do telefone celular no trajeto F.
Fonte: Autoria própria

O trecho registrado, considerando o mesmo sentido de circulação (aproximadamente norte-sul), é percorrido pelo condutor em outros trajetos e sob outras condições. As velocidades para o mesmo trecho entre o trajeto onde foi utilizado o telefone celular e os outros trajetos, considerando posições aproximadas de início e fim dos outros segmentos, podem ser verificados na tabela 8:

Tabela 8 – Comparativo no trecho entre trajetos com uso de telefone celular (F, em negrito) e sem

Uso de celular?	Trajeto	Uso celular			Velocidade média (km/h)	σ Velocidade (km/h)
		Início	Fim	Duração		
Sim	F	18:44:09	18:44:25	00:00:16	20,2	3,9
Não	A	18:11:12	18:11:20	00:00:08	38,2	2,7
Não	C	18:17:27	18:17:34	00:00:07	41,0	1,2
Não	G	16:44:01	16:44:09	00:00:08	39,0	1,8
Não	M	16:53:02	16:53:12	00:00:10	32,9	1,0
Não	Média			00:00:08	37,8	1,7

Fonte: Autoria própria

Com um nível de 95% de confiança, é possível afirmar que a velocidade média do condutor no registro em que ele faz uso do telefone celular é menor do que a velocidade que ele percorre o mesmo trecho sem fazer uso do aparelho, resultado semelhante ao obtido por Fitch et al. (2014).

3.4.2 Presença de Dispositivos de Redução de Velocidade

A presença de dispositivos de redução de velocidade durante o trajeto é registrada em tabela, sendo uma linha destinada a cada passagem por um dispositivo.

As colunas da tabela de registros de dispositivos de redução de velocidade devem apresentar:

- Condutor observado (no caso do teste, Driver_A);
- Identificação do trajeto filmado;
- Instante de registro da passagem do veículo pelo dispositivo e tipo de dispositivo (lombada, radar, faixa elevada, lombada eletrônica, cruzamento elevado);
- Regime de tráfego (fluido, congestionado, parado em semáforo);
- Condição climática (chuva, neblina ou sol, conforme seção anterior);
- Período do dia;
- Quantidade de pedestres, ciclistas, motocicletas e veículos (carros e caminhões) no instante de passagem;
- Velocidade do veículo no ponto de passagem pelo dispositivo.

Originalmente, também há uma coluna relativa ao número da coleta; porém, esta foi suprimida na exibição a seguir para adequação dos dados ao espaço disponível.

A metodologia utilizada para preenchimento da tabela de registros a seguir, assim como possíveis adaptações que o pesquisador responsável deverá fazer para um preenchimento mais adequado, será detalhada no capítulo de resultados.

Os instantes registrados onde o condutor passou com o veículo por um dispositivo de redução de velocidade estão presentes no quadro 17:

**Quadro 17 – Registros de passagem do veículo por dispositivos de redução de velocidade
(Continua)**

Condutor	Trajeto	Dispositivo de restrição de velocidade		Regime Tráfego	Condição climática	Período do dia	Quantidade usuários via				Velocidade pontual (km/h)
		Instante	Tipo				Pedestres	Ciclistas	Motos	Carros e caminhões	
Driver_A	A	18:10:51	Lombada	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	0	6,9
Driver_A	A	18:11:04	Lombada	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	0	12,2
Driver_A	A	18:12:09	Lombada	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	1	12,4
Driver_A	A	18:12:36	Lombada	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	3	23,5
Driver_A	A	18:13:01	Lombada	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	2	19,5
Driver_A	A	18:17:17	Radar	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	4	14,0
Driver_A	A	18:17:54	Radar	Fluido	Chuva	Noite	0	0	0	3	51,0
Driver_A	A	18:23:08	Radar	Fluido	Chuva	Noite	1	0	0	6	16,3
Driver_A	B	07:39:30	Radar	Congestionado	Sol	Dia	0	0	0	5	46,5
Driver_A	B	07:40:28	Radar	Congestionado	Sol	Dia	0	0	0	8	44,7
Driver_A	B	07:42:25	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	15,0
Driver_A	B	07:42:50	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	20,6
Driver_A	B	07:43:14	Lombada	Fluido	Sol	Dia	1	0	0	3	10,8
Driver_A	B	07:44:15	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	11,7
Driver_A	B	07:44:29	Lombada	Fluido	Sol	Dia	3	0	0	0	7,4
Driver_A	C	18:17:07	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	0	8,7
Driver_A	C	18:17:20	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	0	14,5
Driver_A	C	18:18:10	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	14,3
Driver_A	C	18:18:38	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	12,7
Driver_A	C	18:19:05	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	17,2
Driver_A	D	19:03:12	Radar	Fluido	Sol	Noite	0	0	3	3	53,4
Driver_A	E	09:43:09	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	3	62,9
Driver_A	E	09:43:42	Radar	Congestionado	Sol	Dia	2	0	0	6	33,0
Driver_A	E	09:46:56	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	13,4
Driver_A	E	09:47:21	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	25,9
Driver_A	E	09:47:41	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	4,0
Driver_A	E	09:48:45	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	14,2
Driver_A	E	09:48:56	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	6,9
Driver_A	F	18:43:44	Lombada	Fluido	Sol	Noite	1	0	0	0	7,2
Driver_A	F	18:44:01	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	15,6
Driver_A	F	18:45:14	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	9,5
Driver_A	F	18:45:41	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	12,4
Driver_A	F	18:46:10	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	2	11,1
Driver_A	F	18:49:09	Radar	Parado semáforo	Sol	Noite	0	0	0	1	14,2
Driver_A	F	18:54:22	Radar	Congestionado	Sol	Noite	0	0	0	4	16,7
Driver_A	F	19:10:23	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	4	20,6
Driver_A	F	19:12:36	Faixa Elevada	Fluido	Sol	Noite	0	0	1	3	20,3
Driver_A	F	19:20:09	Faixa Elevada	Congestionado	Sol	Noite	0	0	1	1	26,2

**Quadro 17 – Registros de passagem do veículo por dispositivos de redução de velocidade
(Continua)**

Condutor	Trajeto	Dispositivo de restrição de velocidade		Regime Tráfego	Condição climática	Período do dia	Quantidade usuários via				Velocidade pontual (km/h)
		Instante	Tipo				Pedestres	Ciclistas	Motos	Carros e caminhões	
Driver_A	F	19:21:09	Lombada Eletrônica	Congestionado	Sol	Noite	0	0	0	1	36,9
Driver_A	F	19:23:25	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	3	12,6
Driver_A	F	19:24:14	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	3	28,2
Driver_A	F	19:24:49	Lombada Eletrônica	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	5	23,7
Driver_A	F	19:32:39	Lombada Eletrônica	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	25,3
Driver_A	F	19:33:17	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	17,2
Driver_A	F	19:33:39	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	1	1	17,9
Driver_A	F	19:35:15	Lombada Eletrônica	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	5	37,2
Driver_A	F	19:35:44	Faixa Elevada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	1	15,3
Driver_A	F	19:36:32	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	2	13,8
Driver_A	F	19:40:41	Radar	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	4	38,3
Driver_A	F	19:41:25	Lombada	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	2	18,3
Driver_A	F	19:50:55	Cruzamento Elevado	Fluido	Sol	Noite	0	0	0	0	17,7
Driver_A	G	16:43:36	Lombada	Fluido	Sol	Dia	3	0	0	0	11,1
Driver_A	G	16:43:54	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	15,4
Driver_A	G	16:44:53	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	17,1
Driver_A	G	16:45:16	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	21,2
Driver_A	G	16:45:44	Lombada	Fluido	Sol	Dia	4	0	0	1	16,1
Driver_A	G	16:47:52	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	1	9	61,6
Driver_A	G	16:48:22	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	2	62,8
Driver_A	G	16:52:44	Radar	Congestionado	Sol	Dia	3	0	0	8	27,0
Driver_A	H	09:34:56	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	1	5	62,8
Driver_A	H	09:35:25	Radar	Fluido	Sol	Dia	1	0	1	8	63,4
Driver_A	H	09:38:11	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	20,1
Driver_A	H	09:38:35	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	23,0
Driver_A	H	09:38:56	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	15,1
Driver_A	H	09:39:53	Lombada	Fluido	Sol	Dia	1	0	0	0	10,6
Driver_A	H	09:40:07	Lombada	Fluido	Sol	Dia	4	0	0	0	5,6
Driver_A	I	11:03:20	Radar	Parado semáforo	Sol	Dia	2	0	0	5	9,2
Driver_A	I	11:04:09	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	5	52,0
Driver_A	I	11:06:54	Radar	Parado semáforo	Sol	Dia	1	0	0	5	18,0
Driver_A	I	11:09:09	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	2	53,9
Driver_A	I	11:10:23	Radar	Fluido	Sol	Dia	1	0	0	3	55,7
Driver_A	J	13:04:08	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	22,9

**Quadro 17 – Registros de passagem do veículo por dispositivos de redução de velocidade
(Conclusão)**

Condutor	Trajeto	Dispositivo de restrição de velocidade		Regime Tráfego	Condição climática	Período do dia	Quantidade usuários via				Velocidade pontual (km/h)
		Instante	Tipo				Pedestres	Ciclistas	Motos	Carros e caminhões	
Driver_A	J	13:04:23	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	22,2
Driver_A	J	13:06:25	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	24,8
Driver_A	J	13:07:36	Radar	Fluido	Sol	Dia	3	0	0	1	56,5
Driver_A	J	13:08:12	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	51,7
Driver_A	J	13:08:41	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	7	54,7
Driver_A	J	13:09:14	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	4	47,6
Driver_A	J	13:10:32	Radar	Parado semáforo	Sol	Dia	0	0	1	3	17,2
Driver_A	J	13:10:58	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	8	53,3
Driver_A	J	13:13:01	Radar	Parado semáforo	Sol	Dia	1	0	1	10	14,3
Driver_A	L	09:13:21	Cruzamento Elevado	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	7	25,3
Driver_A	L	09:18:38	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	3	61,2
Driver_A	L	09:19:08	Radar	Fluido	Sol	Dia	1	0	0	10	53,9
Driver_A	L	09:21:31	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	14,8
Driver_A	L	09:22:02	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	2	22,5
Driver_A	L	09:22:29	Lombada	Congestionado	Sol	Dia	0	0	0	2	10,6
Driver_A	L	09:23:27	Lombada	Fluido	Sol	Dia	1	0	0	0	14,3
Driver_A	L	09:23:39	Lombada	Fluido	Sol	Dia	3	0	0	0	6,4
Driver_A	M	16:52:39	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	8,4
Driver_A	M	16:52:55	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	15,4
Driver_A	M	16:53:57	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	15,6
Driver_A	M	16:54:20	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	21,9
Driver_A	M	16:54:44	Lombada	Fluido	Sol	Dia	2	0	0	2	19,3
Driver_A	M	16:57:59	Radar	Parado semáforo	Sol	Dia	0	0	0	3	8,0
Driver_A	M	16:58:41	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	5	48,8
Driver_A	M	17:01:58	Radar	Congestionado	Sol	Dia	4	1	0	8	22,9
Driver_A	N	09:37:26	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	4	55,2
Driver_A	N	09:37:58	Radar	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	6	58,4
Driver_A	N	09:39:49	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	15,1
Driver_A	N	09:40:16	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	22,5
Driver_A	N	09:40:45	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	1	11,6
Driver_A	N	09:41:53	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	14,2
Driver_A	N	09:42:04	Lombada	Fluido	Sol	Dia	0	0	0	0	8,2

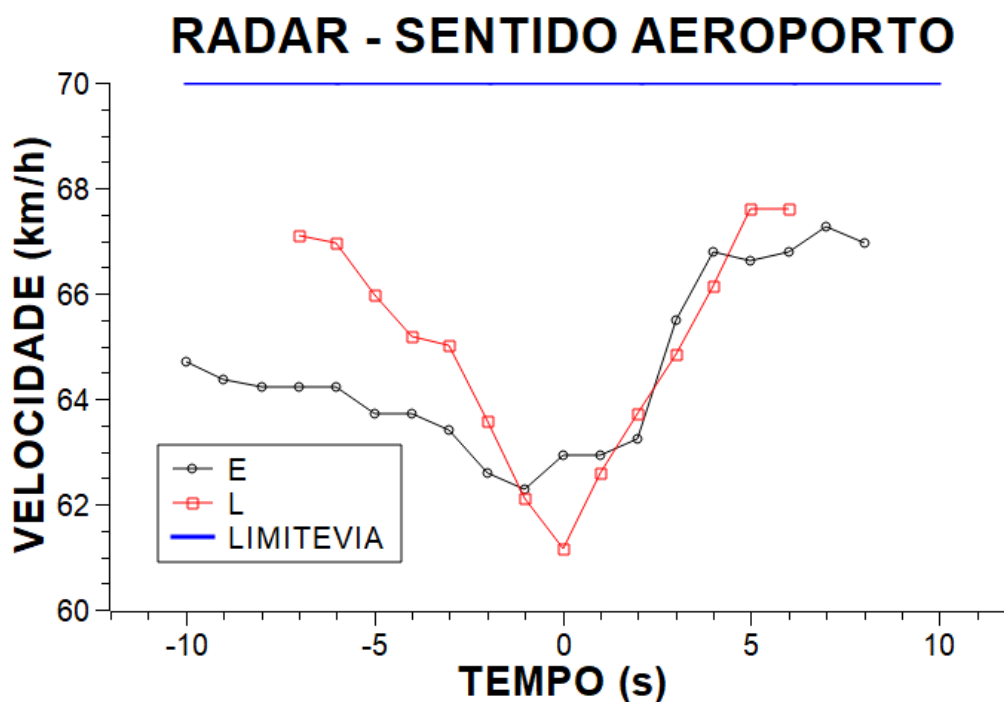
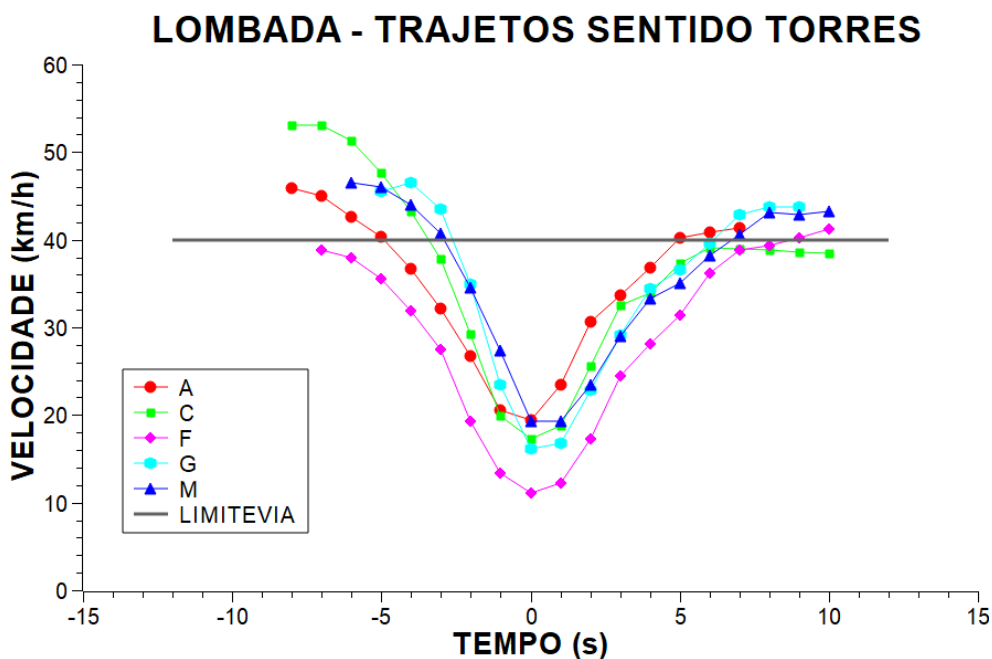
Fonte: Autoria própria

A avaliação da distância que o condutor percorre em processo de desaceleração até o momento de passar pelo dispositivo e o processo de aceleração após passar por ele pode ser verificada graficamente. Os gráficos para os trajetos de teste foram realizados com o programa SciDAVis.

Para elaborar os gráficos de cada dispositivo, foram pesquisadas as velocidades nos pontos equivalentes a até 10 segundos antes e após a passagem do veículo pelo dispositivo. São excluídos do conjunto de dados avaliados os pontos dentro do intervalo que representam um aumento de velocidade antes da passagem do veículo (pois o condutor ainda não percebeu o dispositivo à frente), assim como os pontos que representam uma diminuição de velocidade após a passagem do veículo (pois a desaceleração é causada por outros fatores).

Para a criação dos gráficos foram escolhidos dois dispositivos, uma lombada e um radar, nos quais o condutor passa por mais de uma vez. A lombada avaliada se encontra na rua Dr. Alcides Vieira Arco-Verde, considerando os trajetos em que o condutor dirige no sentido “Torres” (Av. Com. Franco). O radar avaliado encontra-se na via Av. Com. Franco, no sentido aeroporto. Nos gráficos, cada cor representa um dos trajetos e a linha mais grossa representa o limite da via – 40km/h para a lombada e 70km/h para o radar. Para cada dispositivo, há um gráfico para a velocidade em relação ao tempo e outro para a velocidade em relação à distância percorrida pelo veículo. O tempo 0 (zero) nos gráficos representa o instante da passagem do veículo pelo dispositivo.

Os gráficos 2 e 3, de velocidade em relação ao tempo na lombada e no radar, são obtidos através das velocidades obtidas pelo GPS para cada um dos pontos e do tempo decorrido entre o ponto e a passagem pelo dispositivo.



Os gráficos 4 e 5 apresentam a velocidade em função da distância do veículo até o dispositivo. Cada ponto do GPS está atrelado a um par de coordenadas geográficas em sistema WGS 84, incluindo-se o ponto de passagem pelo dispositivo. A distância percorrida entre dois pontos em sequência, considerando que o programa

utilizado para o cálculo (Microsoft Excel) trabalha apenas com ângulos em radianos, é dada por:

$$d_n = 6371 * \arccos \left\{ \cos \left[\frac{\pi * (90 - y_n)}{180} \right] * \cos \left[\frac{\pi * (90 - y_{n-1})}{180} \right] + \operatorname{sen} \left[\frac{\pi * (90 - y_n)}{180} \right] * \operatorname{sen} \left[\frac{\pi * (90 - y_{n-1})}{180} \right] * \cos \left[\frac{\pi * (x_{n-1} - x_n)}{180} \right] \right\}$$

Onde d_n é a distância entre dois pontos seguidos em km, y_n é a latitude do ponto para o qual se quer saber a distância, y_{n-1} é a latitude do ponto anterior, x_{n-1} é a longitude do ponto anterior e x_n é a longitude do ponto atual. Todas as latitudes e longitudes são em graus.

O valor de d_n é sempre nulo para o primeiro ponto do gráfico. Os valores obtidos são somados de forma cumulativa e convertidos para metros para os outros pontos. Após isso, para obter a distância em relação ao dispositivo, deve-se subtrair o valor obtido para o ponto de passagem das somas de cada ponto. O comportamento do condutor pode ser verificado nos gráficos a seguir:

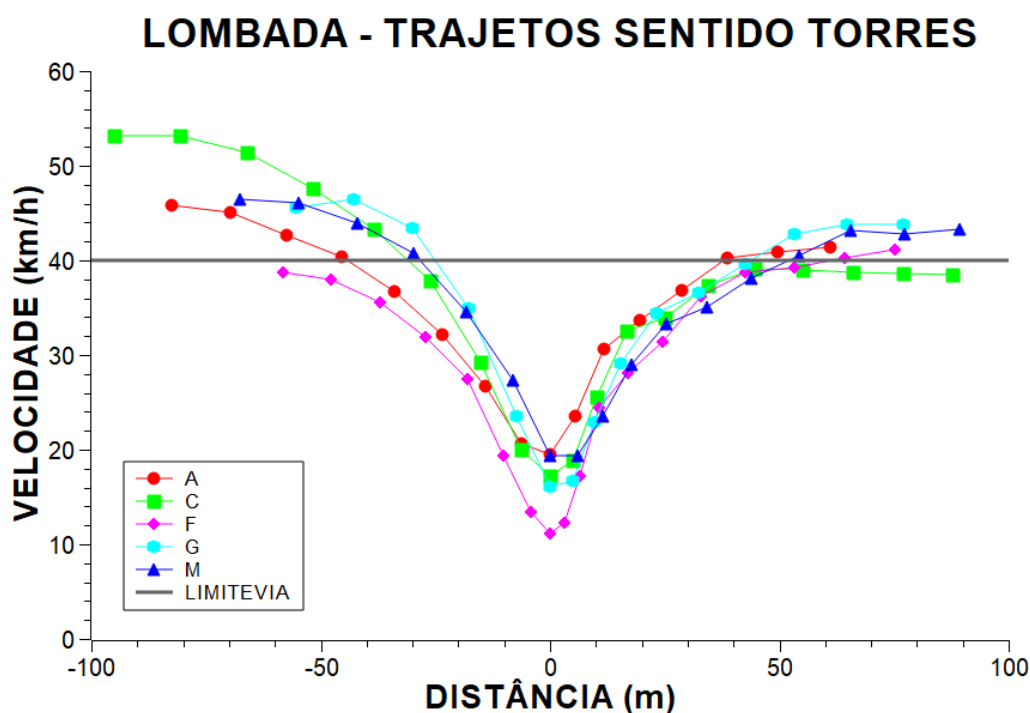


Gráfico 4 – Comportamento do condutor na lombada avaliada
Fonte: Autoria própria

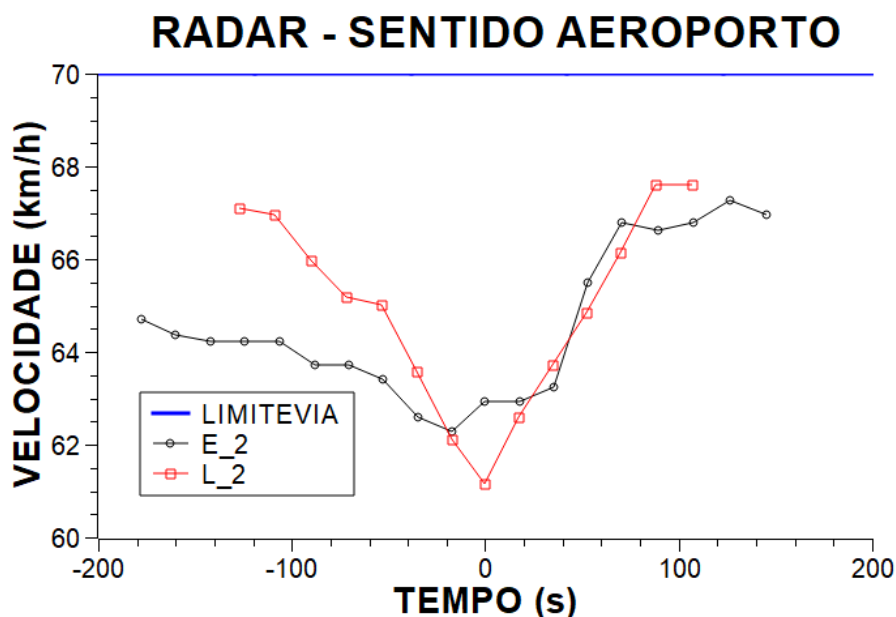


Gráfico 5 – Comportamento do condutor no radar avaliado
 Fonte: Autoria própria

Nos gráficos relativos à lombada, pode-se perceber que o condutor, na maioria dos trajetos avaliados, estava acima do limite de velocidade permitido até a percepção da lombada; diminuindo a velocidade rapidamente até passar pelo dispositivo na velocidade mínima. O efeito da lombada na via é localizado, limitando-se a menos de 100 metros antes e após o dispositivo. Pode-se perceber também que a aceleração após a passagem do veículo pela lombada ocorre de forma mais lenta e que o condutor tende a permanecer com seu veículo em uma velocidade mais próxima do limite da via após passar pelo dispositivo. Os gráficos foram realizados apenas para um sentido da rua para eliminar possíveis discrepâncias relacionadas à topografia do local.

Para os dois trajetos estudados do radar percebe-se que, apesar do condutor já estar em velocidade compatível com a via e abaixo do limite permitido, ainda assim ele desacelera antes de passar e acelera novamente após a passagem – efeito mais visível no trajeto L do que no trajeto E. Em acordo com Oliveira et al. (2015), é possível perceber que o condutor volta a uma velocidade semelhante à que apresentava antes da passagem pelo radar menos de 200m depois do dispositivo.

A tabela 10 apresenta para o primeiro e o último ponto trabalhado de cada um dos trajetos, o tempo entre o ponto e a passagem do veículo pelo dispositivo (n), a velocidade no ponto (v) e a distância entre o ponto e o dispositivo (d).

Tabela 9 – Descrição dos pontos relacionados ao gráfico da lombada

TRAJETO	n_1 (s)	v_1 (km/h)	d_1 (m)	n_n (s)	v_n (km/h)	d_n (m)
A	-8	45,9	-82,4	7	41,4	61,0
C	-8	53,1	-95,0	10	38,5	87,7
F	-7	38,8	-58,2	10	41,2	75,1
G	-5	45,5	-55,3	9	43,8	76,9
M	-5	45,5	-55,3	10	43,3	89,3
Média	-6,6	45,8	-69,3	9,2	41,6	78,0
σ	-	5,1	18,3	-	2,1	11,4

Fonte: Autoria própria

Em média, o veículo chega até uma velocidade semelhante após passar a lombada em relação à maior velocidade em que ele estava antes da passagem. As distâncias de frenagem e de aceleração também são semelhantes.

A tabela 11 apresenta os mesmos dados da tabela 10, porém para o radar estudado:

Tabela 10 – Descrição dos pontos relacionados ao gráfico do radar

TRAJETO	n_1 (s)	v_1 (km/h)	d_1 (m)	n_n (s)	v_n (km/h)	d_n (m)
E	-10	64,7	-178,0	8	66,9	145,2
L	-7	67,1	-127,4	6	67,6	107,0
Média	-8,5	65,9	-152,7	7	67,3	126,1
σ	-	1,7	35,8	-	0,5	27,0

Fonte: Autoria própria

Para o radar, as velocidades inicial e final dos dois trechos são semelhantes, assim como as distâncias de frenagem e aceleração.

O método apresentado também pode ser utilizado para verificar o comportamento do condutor em outros tipos de dispositivos de redução de velocidade.

4 RESULTADOS

Nas seções a seguir, estarão apresentados os processos a serem realizados para que seja possível reproduzir as avaliações dos fatores demonstradas para o teste na seção de metodologia com outros veículos e condutores, a fim de orientar pesquisas futuras.

Para a aplicação da metodologia detalhada a seguir, considera-se que as filmagens já foram realizadas e os dados registrados pelo GPS já estão no formato adequado para a inserção dos mesmos no software de georreferenciamento. Com os dados da filmagem e o mapa de pontos prontos, resta ao pesquisador responsável apenas o trabalho para a análise dos dados conforme as seções seguintes.

4.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

As verificações preliminares, que devem ser realizadas entre as filmagens e o mapa de pontos para todos os trajetos estudados, podem ser divididas entre a compatibilização dos horários entre GPS e filmagens (verificação de discrepâncias) e a verificação do tempo válido de condução.

4.1.1 Verificação de Discrepâncias

O pesquisador responsável deve comparar o horário mostrado para a passagem do veículo em um ponto na filmagem com o horário correspondente ao mesmo ponto que é indicado pelo GPS. A comparação entre esses tempos nos trajetos de teste foi realizada na seção de metodologia. É possível verificar a importância dessa verificação ao perceber que as discrepâncias verificadas nos trajetos de teste chegam a 15 segundos.

A diferença entre os horários dentro do sistema para os trajetos de teste foi verificada através dos instantes onde há o final de uma conversão, ou seja, no momento em que o condutor já encontra-se totalmente posicionado na via para a qual ele efetuou o movimento. Preferencialmente, deve-se utilizar conversões cujas curvas formam ângulo de 90°; conversões muito “abertas” podem trazer imprecisão para verificar qual seu momento de término – tanto no mapa de pontos gerado pelo GPS

quanto na filmagem. A discrepância entre tempos também pode ser realizada pela passagem do veículo por algum ponto que possa ser verificado facilmente pelo pesquisador, tanto no mapa de pontos quanto na filmagem. Contudo, não é recomendável utilizar o instante de começo de conversão, pois o ponto de início da manobra pode não ser preciso quando esta é realizada após o condutor permanecer um período parado – por exemplo, ao aguardar o direito de passagem em um semáforo, rotatória ou cruzamento não semaforizado.

Todos os tempos descritos na análise devem estar conforme o ponto indicado pelo GPS no mapa; quando não for possível, explicitar na pesquisa que os horários considerados para os eventos estão conforme as filmagens. Recomenda-se utilizar o horário do GPS, pois os dados obtidos por ele estão atrelados a diversas outras informações importantes, como velocidade e altitude.

Apesar da utilização de uma margem de tempo (dois segundos) nos trajetos de teste onde, se a discrepância fosse igual ou menor a esse valor, ela não seria contabilizada para a análise; é recomendável que o pesquisador converta os horários sempre que houver discrepância para obtenção de dados mais precisos. No caso de discrepâncias muito grandes (acima de 10 segundos), recomenda-se verificar a diferença de horários em dois pontos.

4.1.2 Verificação do Tempo Válido de Condução

Considera-se como tempo inválido de condução qualquer segundo no qual não haja filmagem e/ou dados do GPS correspondentes, além dos intervalos de tempo nos quais o condutor está estacionado, incluindo-se os momentos inicial e final dos registros, onde o condutor realiza ajustes nos equipamentos. Para a obtenção desses intervalos, o analista deve comparar os horários de início e término das filmagens com o início e o término do registro dos pontos de GPS do trajeto correspondente, sempre considerando a discrepância entre eles. Recomenda-se que o pesquisador anote os intervalos de tempo inválidos, para evitar a realização de análises em momentos que não podem ser contabilizados.

4.2 USO DE TELEFONE CELULAR

A verificação do uso de telefone celular pelo condutor é realizada através da filmagem realizada pela câmera que registra o interior do veículo. Para isso, o pesquisador deve elaborar uma tabela com todos os registros capturados, a exemplo do quadro 16 para os trajetos de teste.

Recomenda-se identificar cada condutor com um código, evitando o uso de nomes próprios, mesmo que o analista saiba quem é o condutor. A análise dos dados deve ser realizada de forma impessoal para evitar uma eventual parcialidade por parte do pesquisador. Contudo, em algum lugar da tabela de registros deve estar presente o nome do analista; o que possibilita que um trecho possa ser analisado por mais de um pesquisador, aumentando assim a precisão e possibilitando uma confirmação dos registros obtidos.

A duração de cada registro é considerada desde o instante onde o condutor move a mão em direção ao aparelho até o instante no qual ele solta o aparelho e não está mais olhando para este.

O tipo de uso do celular é importante pois, como já visto no capítulo de revisão bibliográfica, usos diferentes geram níveis diferentes de distração. Os tipos de uso possíveis são: digitando, vendo/rolando, falando (chamada) e ouvindo (chamada). Outros possíveis usos identificados durante a condução podem ser adicionados. Durante um registro de uso do celular, o condutor pode interagir com o aparelho em diversos modos diferentes. Nos trajetos de teste, por exemplo, dois trechos apresentam mais de um uso, não estando separados na tabela de registros.

O regime de tráfego na via é considerado nos instantes inicial e final de cada registro. Alguns dos regimes de tráfego possíveis são: fluído, congestionado, parado em semáforo, parado em cruzamento com preferencial ou com rotatória e outro (que, considerando os trajetos analisados, inclui o uso do telefone celular pelo condutor enquanto ele está no acesso ao edifício onde ele habita – que não pode ser considerado uma via e, portanto, não apresenta regimes de tráfego do modo “tradicional”). Considera-se o tráfego em um determinado instante “congestionado” sempre que for possível perceber que o condutor está muito abaixo da velocidade livre que ele assume em um trecho semelhante em regime fluído.

A condição climática representa a ausência (“sol”) ou a presença de fatores climáticos que possam modificar o comportamento do condutor, como chuva e

neblina. O período do dia, por sua vez, é determinado conforme o horário de nascer e pôr do sol do município, disponível na internet. Para os trajetos de teste, foi utilizado o site *Sunrise and Sunset*.

A quantidade de usuários da via é determinada nos instantes inicial e final de cada registro, contados na imagem pausada de uma das câmeras externas equivalente ao instante desejado. No caso de ciclistas, motos, carros e caminhões, apenas são contabilizados os veículos que estão fazendo uso da via (exceto os estacionados) no sentido em que o veículo filmado está. Pedestres são contabilizados ao fazer uso da via independentemente do sentido e também quando estão atravessando a via no momento do registro. Esta parte da metodologia não pôde ser validada por não ser utilizada para a obtenção de nenhum dado deste trabalho.

Com os períodos de tempo estabelecidos, realiza-se o somatório do tempo dos intervalos e é calculada a porcentagem do tempo em que o condutor está fazendo uso do telefone celular em relação ao tempo válido total para cada trajeto.

A frequência de usos do celular em um intervalo de tempo, para cada trajeto, é dada por:

$$f = \frac{n * k}{T}$$

Onde n é o número de usos do telefone celular, k é o tempo para o qual se deseja obter a frequência de uso (um minuto para grandes amostras e cinco minutos para amostras menores) e T é o tempo total válido do trajeto. Os tempos em k e T devem estar na mesma unidade.

A porcentagem de cada tipo de uso é calculada pela relação entre a soma dos intervalos de um tipo específico e o somatório de todos os intervalos encontrados independentemente do trajeto.

A mudança de velocidade entre os trechos onde o condutor faz ou não uso do telefone celular (*speed adaptation*) também pode ser verificada pelo pesquisador. Primeiramente, devem ser selecionados os trechos nos quais o veículo esteja sob regime de tráfego “fluindo” no início e no final do intervalo. Após isso, o analista deve verificar se o mesmo trecho foi operado pelo condutor em algum outro momento ou, se não houver, verificar a presença de algum outro trecho em condições semelhantes (mesmo tipo de via – ou vias – envolvidas, tipo de interseção, entre outros fatores). A escolha de trechos semelhantes deve ser tomada com especial cautela.

Considerando a existência de outras passagens do condutor pelo mesmo trecho, deve-se verificar os instantes equivalentes de início e fim do período de uso do celular. Para isso, os mapas de pontos dos trajetos avaliados devem ser posicionados juntos no *software* de geoprocessamento e o trecho em que o celular foi utilizado deve ser selecionado no trajeto. A partir disso, são considerados os instantes inicial e final do trecho sem o uso do aparelho os pontos mais próximos geograficamente aos extremos do intervalo em que o telefone foi utilizado no trajeto correspondente.

Para cada trecho de uso do celular, além dos trechos de não-utilização equivalentes, os seguintes dados devem ser organizados em formato de planilha:

- Separação entre os dados relativos ao trecho onde foi usado o aparelho e os trechos equivalentes;
- Trajeto no qual foi verificado o trecho;
- Início, fim e duração de cada trecho;
- Média e desvio-padrão das velocidades instantâneas de cada trecho.

A *speed adaptation* é medida pela redução de velocidade existente entre o trecho de uso do aparelho e o mesmo trecho (ou equivalente) sem o uso do telefone. Se houver para um mesmo trecho de uso do celular mais de um trecho equivalente correspondente, deve-se utilizar um valor médio e seu respectivo desvio-padrão entre as velocidades de cada trecho para o cálculo da redução da velocidade.

4.3 DISPOSITIVOS DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE

A verificação da presença de um dispositivo redutor de velocidade – lombada, radar, lombada eletrônica, faixa elevada, entre outros – é realizada através das filmagens realizadas pelas câmeras que apontam para o exterior do veículo. Para isso, deve ser elaborada uma tabela com todos os registros capturados pelo pesquisador, a exemplo do quadro 17, na seção de metodologia.

Para a análise de dados, parte-se da premissa de que, ao tomar consciência da presença de um dispositivo de redução de velocidade, o condutor desacelera, passa pelo dispositivo com uma velocidade mínima e torna a acelerar. Logo, para cada dispositivo redutor de velocidade, é atribuído um único instante de tempo, sendo

este o instante onde, de acordo com os dados do GPS, o veículo está na velocidade mínima.

O preenchimento da tabela de registros é dado de forma semelhante ao dos registros relativos ao uso de telefone celular; porém, devem ser observadas algumas diferenças. A principal é que, para cada registro, existe apenas um instante relacionado; logo, não é calculada a “duração” da passagem do veículo pelo dispositivo.

Deve ser registrado o tipo de dispositivo pelo qual o veículo está passando – lombada, faixa elevada, radar, lombada eletrônica, cruzamento elevado, entre outros. A identificação do tipo do dispositivo é feita visualmente.

A tipologia dos regimes de tráfego, condição climática e período do dia é a mesma explicada na seção anterior. Deve-se sempre utilizar a mesma análise para todos os fatores estudados para evitar conflitos. A contagem de usuários da via também deve ser realizada conforme as regras estabelecidas para o registro de uso do telefone celular.

A velocidade do veículo no ponto de passagem pelo dispositivo é dada pelo registro do GPS para o instante em que é determinada a passagem.

Com todos os registros completos, o analista deve separar os que apresentam regime de tráfego fluido e verificar quais são as velocidades correspondentes para esses registros em um intervalo desde 10 segundos antes de chegar ao dispositivo até 10 segundos após a passagem do veículo por ele. Cada ponto é, então, associado a um número correspondente à diferença, em segundos, entre o tempo do ponto representado e o tempo do ponto registrado – números negativos são relacionados aos pontos antes da passagem e números positivos, aos pontos após a passagem; o tempo 0 é sempre o instante da passagem do veículo. O pesquisador deve verificar também se o registro apresenta no intervalo selecionado algum outro fator que possa ter causado interferências na velocidade. Os pontos que apresentam aceleração antes da passagem pelo dispositivo ou desaceleração após passar por ele devem ser descartados. O pesquisador pode dispor os dados do tempo em relação à velocidade de maneira gráfica, conforme gráficos 2 e 3.

A partir disso, o analista deve calcular a distância entre a posição do veículo no segundo registrado como ponto de passagem (aqui considerada a posição do dispositivo em si) e a posição do veículo em cada um dos pontos avaliados. O cálculo

utilizado para determinar as posições do veículo ao longo do tempo em relação ao dispositivo está detalhado no capítulo de metodologia.

Após os cálculos, o analista deve plotar gráficos das distâncias dos pontos até o dispositivo. No caso de um condutor passar repetidas vezes pelo mesmo dispositivo e no mesmo sentido da via, recomenda-se unir todos os intervalos em um mesmo gráfico, para melhor visualização do comportamento do condutor e maiores possibilidades de avaliação. Para a análise do comportamento do condutor, o pesquisador pode também colocar em uma tabela os tempos, distâncias e velocidades relativas aos dois pontos extremos do gráfico.

4.4 LIMITAÇÕES

O aparelho de GPS pode apresentar imprecisões em suas coordenadas, o que pode dificultar ou impossibilitar ao pesquisador a verificação de variações pequenas da posição do veículo no mapa de pontos, como mudanças de faixa.

As filmagens apresentam atraso no tempo em relação ao GPS, o que pode prejudicar a realização de algumas análises. Os detalhes a respeito dessa diferença entre tempos estão discutidos com maior profundidade nas subseções 3.3 e 4.1.1.

Nos trajetos realizados no período noturno, a filmagem realizada pela câmera situada no interior do veículo pode possuir iluminação muito baixa. Isso prejudica a visão do analista responsável pela coleta, podendo causar a não-observação ou a observação parcial de alguns comportamentos adotados pelo condutor. Um exemplo disso pode ser visto na figura 26:

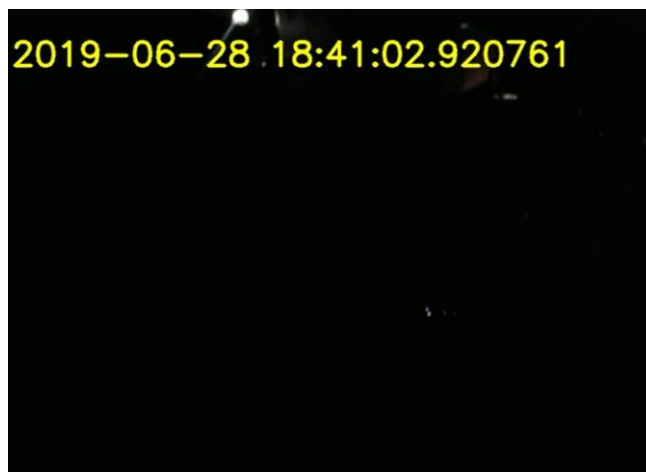


Figura 26 – Limitação de visão da câmera para trajetos noturnos
Fonte: Autoria própria

Para as análises relativas ao uso de telefone celular e de dispositivos de redução de velocidade, a contagem dos veículos em alguns pontos pode não refletir a condição de tráfego no momento de maneira adequada. O campo de visão dado pelas câmeras em alguns dos instantes avaliados nos trajetos de teste foi prejudicado pela topografia local, ficando limitado a verificar a presença de usuários na via apenas em locais muito próximos ao posicionamento do veículo em si. A figura 27 mostra duas situações diferentes de visibilidade da câmera:



Figura 27 – Diferença de campos de visão da câmera
Fonte: Autoria própria

Na análise de dispositivos de redução de velocidade, alguns radares localizados antes de semáforos tiveram sua localização no tempo encontrada através da posição aproximada onde o dispositivo está situado. O condutor passa por esses limitadores de velocidade logo após a abertura do semáforo para o fluxo onde ele se encontra; logo, ele não reduz a velocidade ao passar pelo radar por estar ainda acelerando após a parada no semáforo. A figura 28 indica uma dessas situações.



Figura 28 – Semáforo com radar
Fonte: Autoria própria

Alguns dos dados encontrados na metodologia para os trajetos de teste, como porcentagem de uso e frequência de usos para telefone celular e distância de influência da lombada, não foram validados pois não foram encontrados dados equivalentes para comparação nas outras pesquisas verificadas.

5 DISCUSSÕES

5.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

A verificação das discrepâncias entre os tempos da filmagem e do GPS é fundamental para a análise dos dados para qualquer fator. Para os trajetos de teste, a diferença entre os dois tempos chegou a 15 segundos, o que pode gerar um erro da ordem de 300m considerando a velocidade máxima do veículo nos trajetos (cerca de 70km/h). No contexto urbano, é uma distância muito grande, na qual geralmente ocorrem diversos acontecimentos, como paradas e mudanças de velocidade; portanto, deve ser considerada com cuidado pelo pesquisador na hora de realizar a análise.

A verificação dos tempos inválidos de condução é, na verdade, uma forma de facilitar o trabalho do pesquisador para que este não precise verificar e registrar acontecimentos que ocorrem em tempos de filmagem para os quais não existem dados do GPS associados, por exemplo. A importância de realizar essa verificação de maneira preliminar é proporcional ao tamanho da amostra estudada: para amostras pequenas, com poucos registros fora dos tempos válidos, isso pode ser feito ao procurar os dados do GPS para os tempos equivalentes de início e final da filmagem. De qualquer maneira, antes ou depois da obtenção dos registros para algum fator, é necessário verificar os tempos inválidos de condução e subtraí-los.

5.2 USO DE TELEFONE CELULAR

Na tabela de registros para os usos do celular pelo condutor nos trajetos de teste, um único uso com dois tipos diferentes não foram considerados de forma separada. Essa falta de separação não permitiu o cálculo da porcentagem de cada tipo de uso dos trajetos de teste; contudo, a metodologia elaborada permite a elaboração deste cálculo pelo analista.

A porcentagem de uso do celular em relação ao tempo válido total do trajeto, assim como a frequência de usos do aparelho em um intervalo de tempo, são dados

de fácil obtenção e que, apesar de não ter sido comparados com os resultados de outros estudos, podem ser considerados importante para análises. É importante considerar, para os dois dados, apenas o tempo do trajeto registrado e não o tempo de trajeto total. Nos testes, o condutor fez uso do celular apenas em alguns dos trajetos; logo, contabilizar porcentagem ou frequência de uso considerando a soma dos tempos totais pode distorcer a realidade do comportamento do condutor.

A *speed adaptation* é um dado obtido de maneira mais complexa e demanda condições mais restritas para sua obtenção. Se o pesquisador não conseguir obter registros de uso de celular compatíveis com as condições colocadas, não é necessário realizar registros de outras formas, pois a verificação deste aspecto não é fundamental para uma pesquisa básica sobre o comportamento dos condutores. Este dado foi comparado com pesquisas existentes a respeito do fator e o resultado obtido foi compatível com um dos resultados estudados.

5.3 DISPOSITIVOS DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE

Na análise dos dados, não foi verificada de forma precisa a posição geográfica relacionada ao instante de passagem pelo dispositivo, considerando-se apenas a premissa de que o veículo passa no ponto estudado em velocidade mínima. Em dispositivos que são passados pelo condutor diversas vezes, podem existir diferenças da ordem de alguns metros entre a localização dos pontos relativos a cada dispositivo para cada trajeto.

Os gráficos da velocidade em relação ao tempo são menos importantes do que os da velocidade em relação à distância, pois é mais fácil verificar graficamente a área de influência do dispositivo quando a diminuição e a retomada de velocidade são medidas em distância. A obtenção dessas distâncias, em estudos de maior escala, pode auxiliar nas implantações de sinalização, por exemplo.

6 CONCLUSÕES

O trabalho apresenta uma metodologia adequada (de maneira geral) para a verificação do comportamento dos motoristas, obtendo alguns dados a respeito do uso de telefone celular (fator humano) e dos dispositivos de redução de velocidade.

As verificações preliminares, especialmente a de discrepância entre tempos, geraram um resultado satisfatório pois, ao contabilizar a diferença das duas entradas, a posição registrada no GPS se torna compatível com a visão dada pelas câmeras externas.

Para o registro de usos do telefone celular, a metodologia está adequada pois os resultados obtidos para a diminuição ou manutenção da velocidade do condutor em relação a segmentos com semelhantes condições de condução nos trajetos de teste são semelhantes aos encontrados em outros estudos. A utilização da metodologia proposta também permite ao pesquisador verificar a porcentagem de tempo que um condutor (ou um conjunto de condutores) faz uso do celular, a frequência de usos em um determinado intervalo de tempo e a porcentagem de cada tipo de uso.

Para a reprodução do estudo em amostras maiores, é recomendável ao analista separar os registros não apenas por intervalo de início e fim do uso, mas também por tipo de uso. Por exemplo, se um condutor utiliza o telefone celular para realizar uma ligação e, após o término desta, ele digita uma mensagem, o registro deverá ser separado em dois mesmo que o condutor não tenha soltado o aparelho entre os usos. A separação por uso, principalmente em amostras maiores, é importante para que o pesquisador verifique as porcentagens de cada tipo de uso em relação ao tempo total de utilização do aparelho. Para amostras pequenas como as obtidas nos trajetos de teste – foram registrados apenas 14 usos do celular nos tempos válidos –, não houve prejuízo significativo para a análise de dados realizada.

Quanto aos regimes de tráfego, o limite entre os estados “congestionado” e “fluído” é subjetivo, por se tratar de uma sensação verificada pelo analista. Para trabalhos futuros, recomenda-se estabelecer um limite quantificável numericamente entre esses dois estados – velocidade mínima ou máxima, por exemplo. Para os trajetos de teste, foi adotado um limite subjetivo pois a noção dos dois regimes de tráfego adotados vem do conceito de “nível de serviço”. O nível de serviço de uma via pode ser avaliado através da relação entre o volume de veículos que a utilizam e sua

capacidade (GOLDNER, 2013); valores que não são possíveis de calcular apenas com os dados disponíveis nessa pesquisa. Portanto, é inviável (ao menos até onde se sabe) estabelecer o limite entre “fluindo” e “congestionado” com base nesse conceito.

A metodologia de avaliação do comportamento do condutor para a passagem por dispositivos de redução de velocidade pode ser considerada adequada, por trazer um resultado compatível para a influência do radar com outro estudo verificado. Contudo, não há dados para comparação da influência de lombadas em outros estudos.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diversos fatores humanos e ambientais foram citados no capítulo de revisão bibliográfica. Dentre os que foram citados, porém não trabalhados nessa pesquisa, alguns não são aplicáveis à natureza do projeto de pesquisa do qual este estudo faz parte (uso de capacetes em motociclistas, por exemplo) e outros não podem ser verificados apenas com os instrumentos utilizados (uso de dispositivos de retenção para crianças, por exemplo). Contudo, os fatores a seguir podem ser verificados em pesquisas futuras:

- Velocidade do veículo;
- Uso de cinto de segurança;
- Presença de áreas escolares;
- Raio das curvas na via;
- Tipos de interseções;
- Presença de semáforos;
- Tamanho de quadra;
- Comportamento do condutor com outros modais;
- Largura da via.

REFERÊNCIAS

BARUA, S.; EL-BASYOUNY, K.; ISLAM, M. T. Factors influencing the safety of urban residential collector roads. **Journal of Transportation Safety & Security**, v. 8, n. 3, p. 230-246, 2016.

BOTTESINI, G. **Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BRASIL. Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro, Brasília, DF, set. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm>. Acesso em 19 ago. 2019.

BRASIL. Lei n. 11.705, de 19 de junho de 2008. Lei para inibição do consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor. Brasília, DF, jun. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11705.htm>. Acesso em 19 ago. 2019.

CASTILLO, M. A. **Análise da percepção da sinalização vertical por parte do condutor, utilizando ambientes simulados de direção. Um estudo de caso na rodovia BR-116**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

COELHO, A. H.; GOLDNER, L. G. Engenharia de Tráfego: Módulo I – Conceitos básicos. 2016. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/03/apostila_eng_trafego_m1.pdf>. Acesso em 16 dez. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. Resolução n. 277, de 28 de maio de 2008. Transporte de menores de 10 anos e utilização do dispositivo de retenção para o transporte de crianças em veículos. Brasília, DF, mai. 2008. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=108959>>. Acesso em 31 ago. 2019.

ELVIK, R.; HOYE, A.; VAA, T.; SORENSEN, M. **O Manual de Medidas de Segurança Viária**: Edição ampliada e revisada. 1. ed. Madri, Espanha: Fundación Mapfre, 2015.

EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL. **Ranking EU progress on road safety: 9th Road Safety Performance Index Report**. Bruxelas, Bélgica. 2015. Disponível em: <http://etsc.eu/wp-content/uploads/ETSC-9th-PIN-Report_Final.pdf>. Acesso em 20 mai. 2019.

FERRAZ, A. C. P.; RAIÁ JÚNIOR, A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. **Segurança Viária**. São Carlos, SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FITCH, G., GROVE, K., HANOWSKI, R., PEREZ, M. Compensatory behavior of drivers when conversing on a cell phone: investigation with naturalistic driving data.

Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, v. 2434, p. 1-8, 2014.

GOLDNER, L. G. Engenharia de Tráfego – 3º Módulo – Análise de Capacidade de Vias com base no HCM 2010. 2013. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/APOSTILA_HCM_2010.pdf>. Acesso em 29 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em Síntese | Paraná | Curitiba | Panorama. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>>. Acesso em 19 ago. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Acidentes de Trânsito. 2018. Disponível em: <<https://public.tableau.com/profile/ippucgeo#!/>>. Acesso em 31 mai. 2019.

MOURA, E.C.; MALTA, D.C.; MORAIS NETO, O. L.; PENNA, G. O.; TEMPORÃO, J. G. Direção de veículos motorizados após consumo abusivo de bebidas alcoólicas, Brasil, 2006 a 2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, p. 891-894, 2009.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA. Iris: portal de estatísticas do Observatório. 2017. Disponível em: <<http://iris.onsv.org.br/iris-beta/#!/stats/maps>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

OLIVEIRA, D. F.; FRICHE, A. A. L.; COSTA, D. A. S.; MINGOTI, S. A.; CAIAFFA, W. T. Os radares fixos modificam o comportamento relacionado à velocidade excessiva dos condutores em áreas urbanas? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, p. 208-218, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Drug use and road safety: a policy brief. Genebra, Suíça. 2016. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/249533/WHO-MSD-NVI-2016.01-eng.pdf>>. Acesso em 31 mai. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. 2011. Disponível em: <https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_english.pdf>. Acesso em 18 mai. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Global status report on road safety 2018. Genebra, Suíça. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/>. Acesso em 31 mai. 2019.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. 10 principais causas de morte no mundo. 2018. Disponível em: <https://www.paho.org/bra.../index.php?option=com_content&view=article&id=5638:10-principais-causas-de-morte-no-mundo&Itemid=0>. Acesso em: 16 mai. 2019.

OTHMAN, S.; THOMSON, R.; LANNER, G. Safety Analysis of Horizontal Curves Using Real Traffic Data. **Journal of Transportation Engineering**, v. 140, n. 4, 2014.

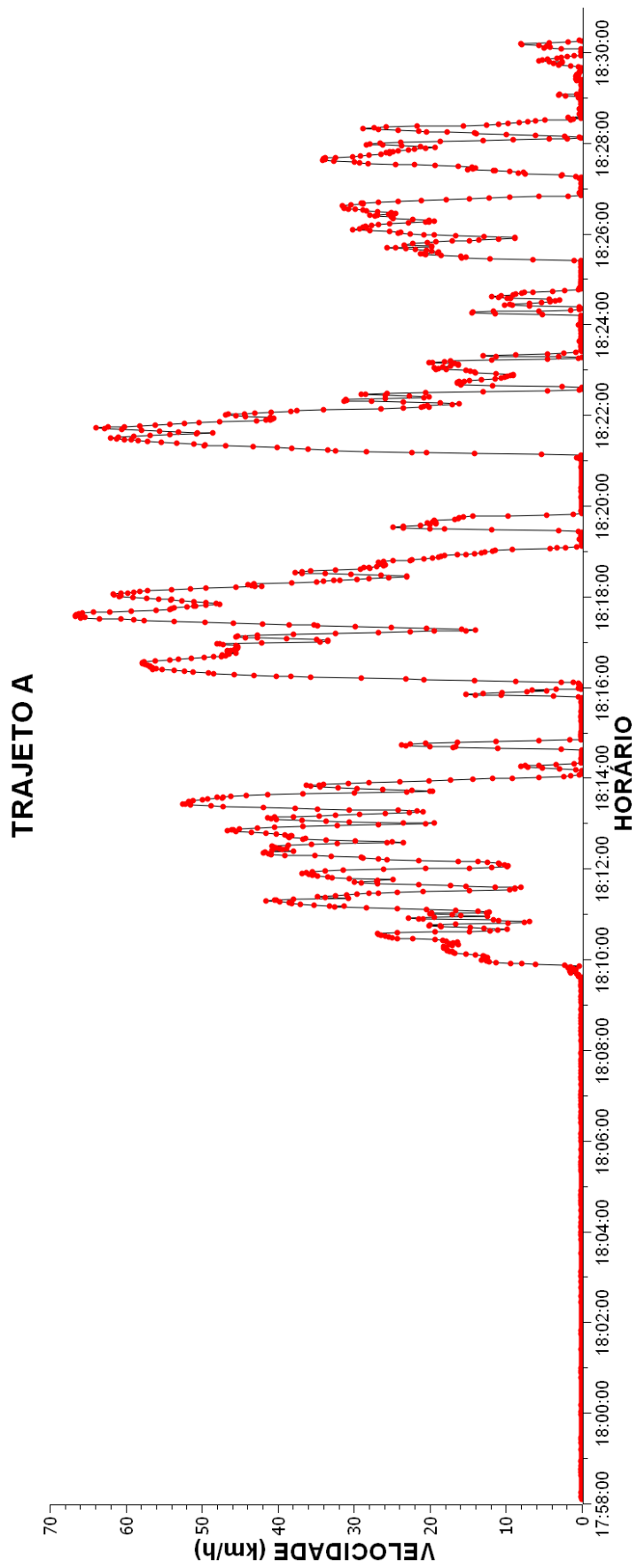
OVIEDO-TRESPALACIOS, O.; HAQUE, M. M.; KING, M.; WASHINGTON, S. Effects of road infrastructure and traffic complexity in speed adaptation behaviour of distracted drivers. **Accident Analysis and Prevention**, v. 101, p. 67–77, 2017.

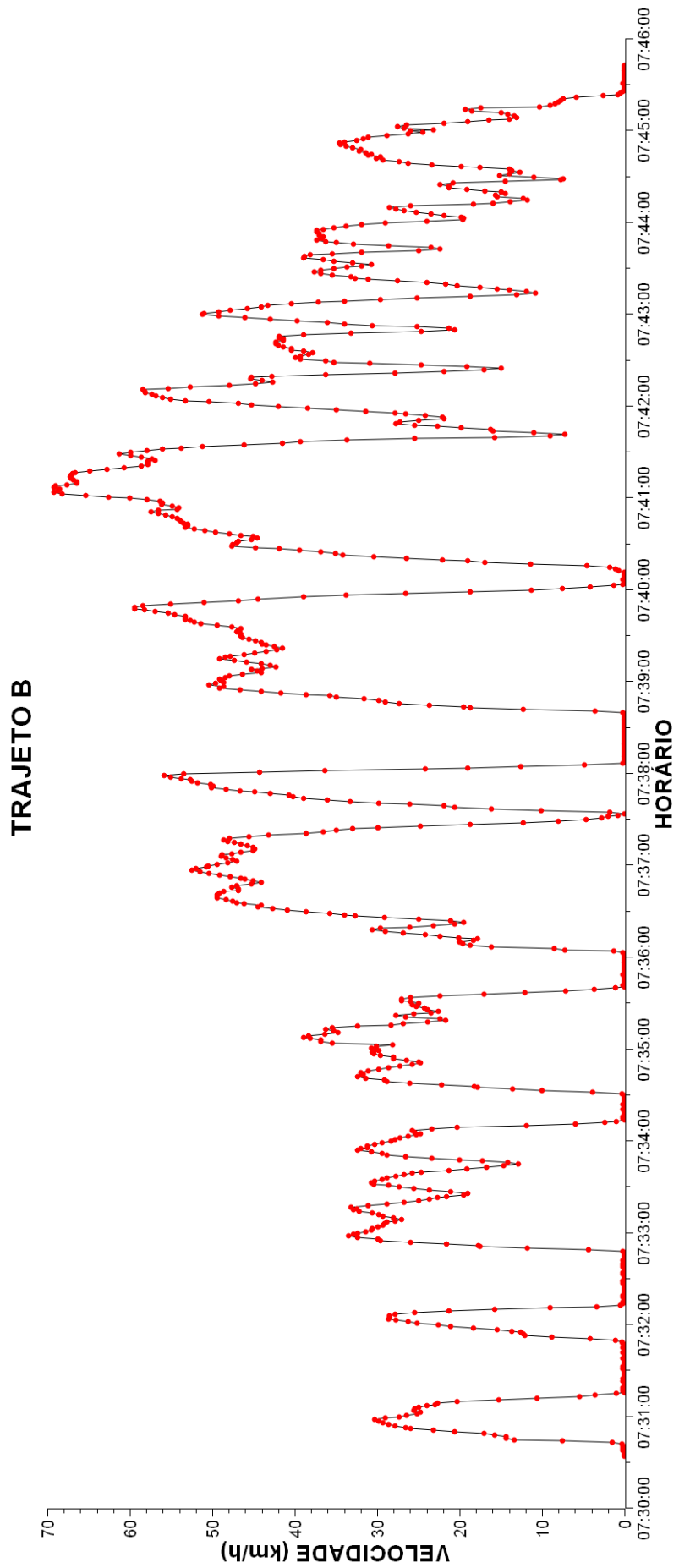
STRAWDERMAN, L.; RAHMAN, M. M.; HUANG, Y.; NANDI, A. Driver behavior and accident frequency in school zones: Assessing the impact of sign saturation. **Accident Analysis and Prevention**, v. 82, p. 118-125, 2015.

SUNRISE AND SUNSET. Nascer e pôr do sol Curitiba 2019. 2019. Disponível em: <<https://www.sunrise-and-sunset.com/pt/sun/brasil/curitiba/2019>>. Acesso em 29 nov. 2019.

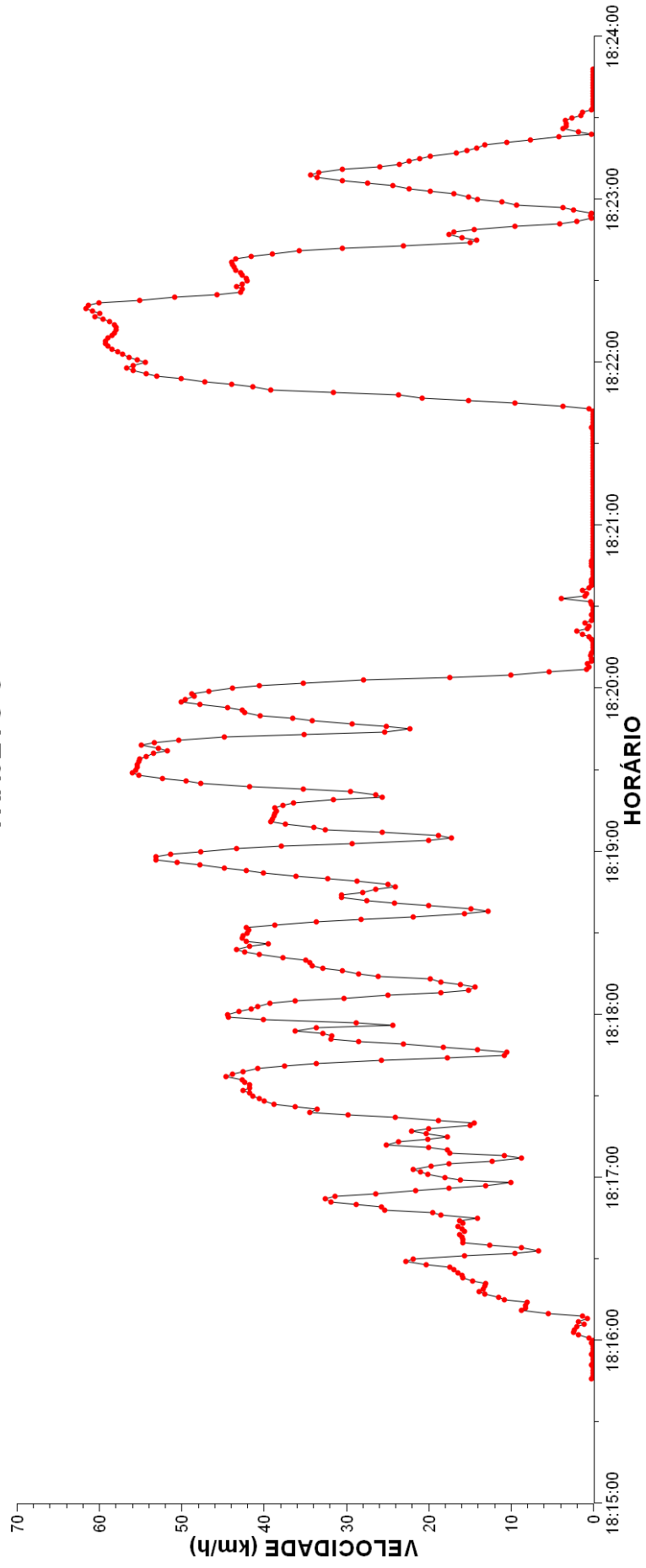
THIELEN, I. P.; HARTMANN, R. C.; SOARES, D. P. Percepção de risco e excesso de velocidade. **Cadernos de saúde pública**, v. 24, p. 131-139, 2008.

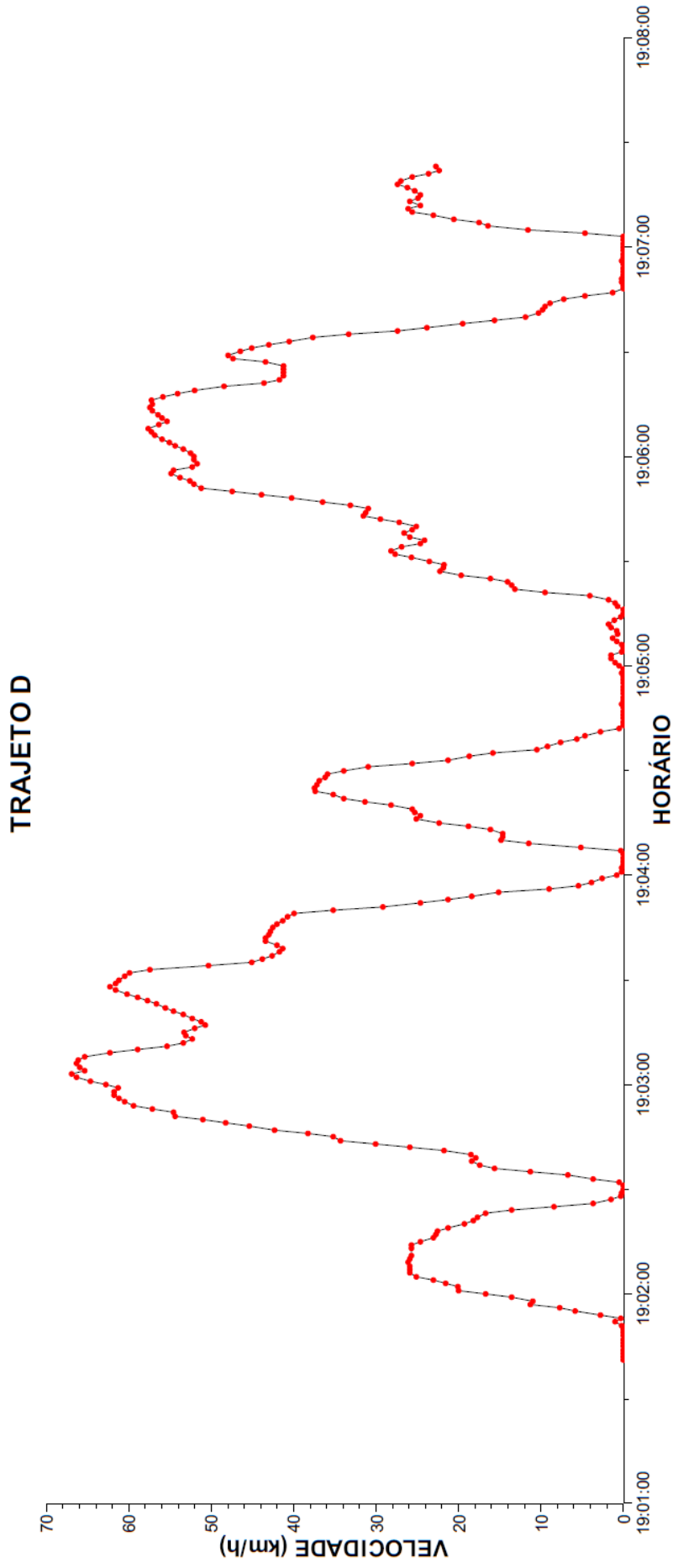
APÊNDICE I – Velocidade do veículo ao longo do tempo

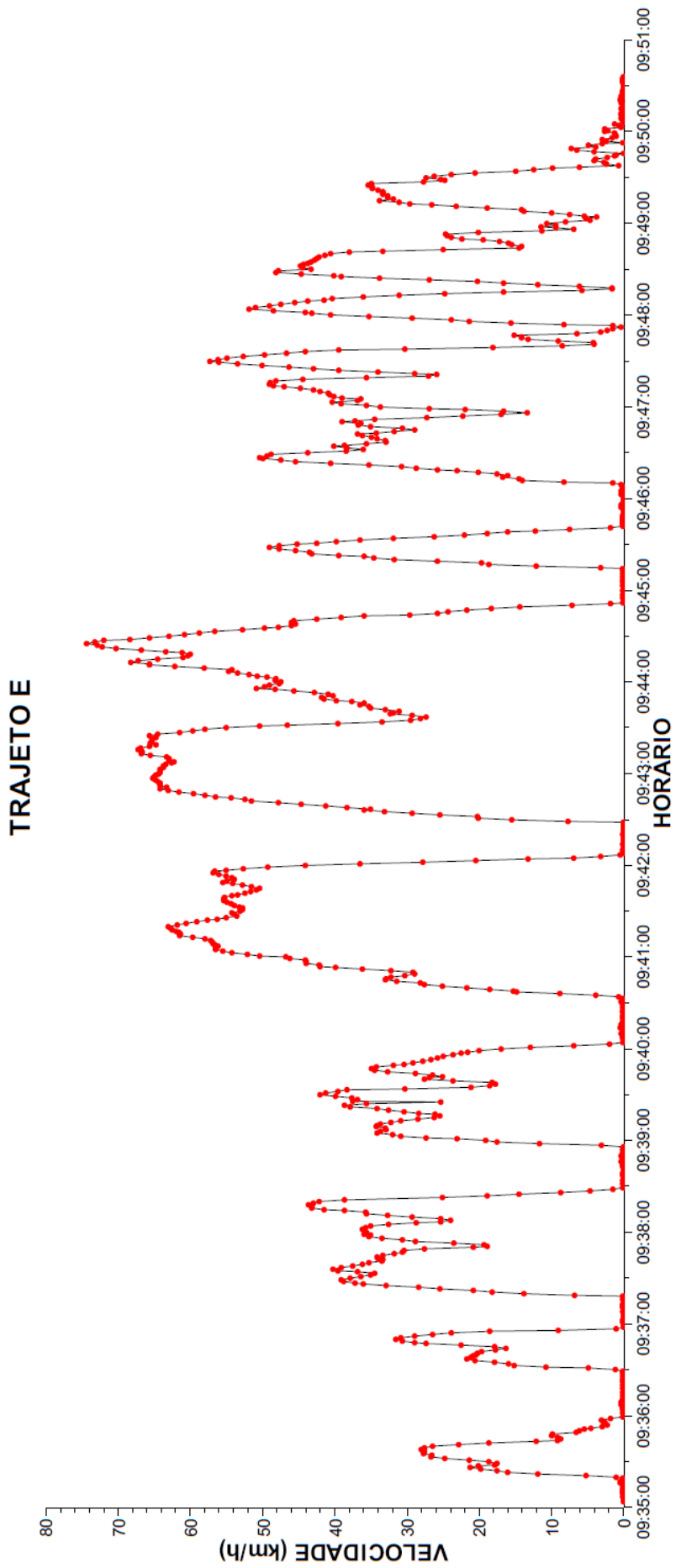




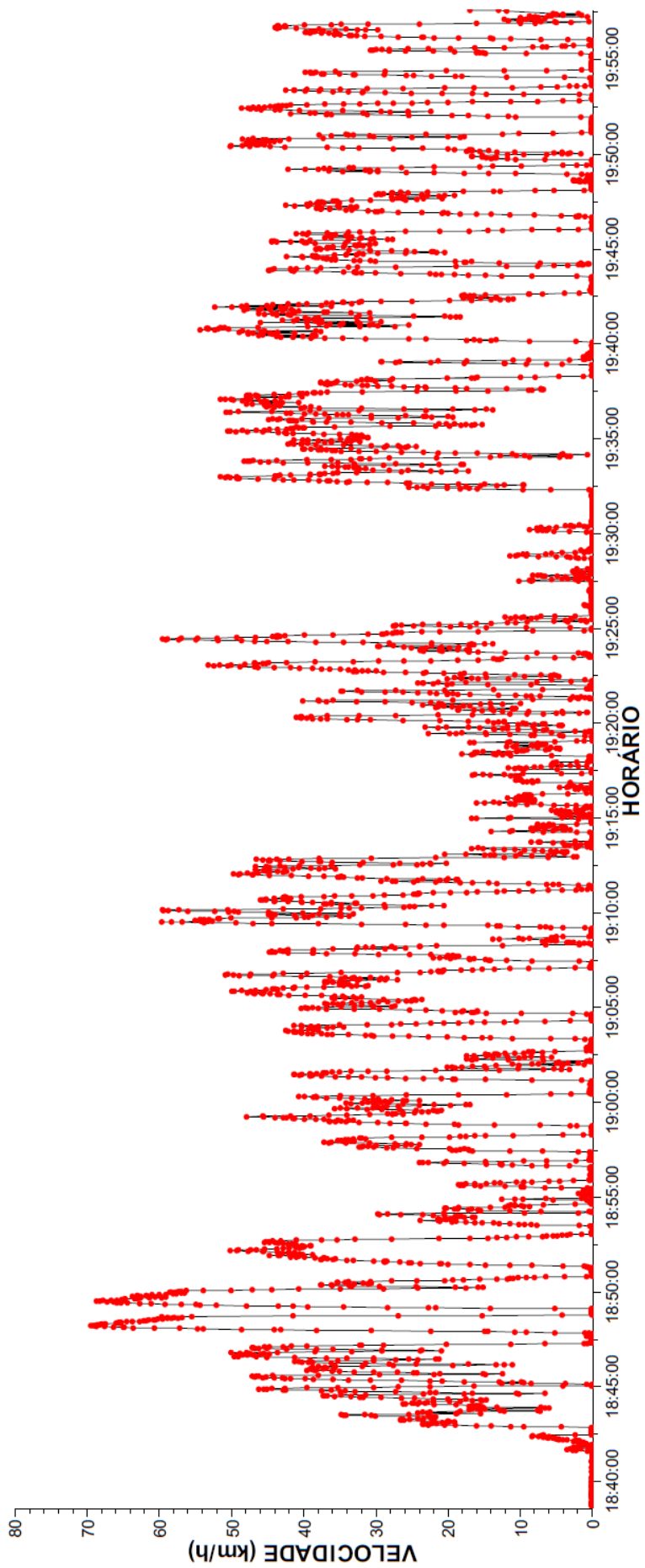
TRAJETO C



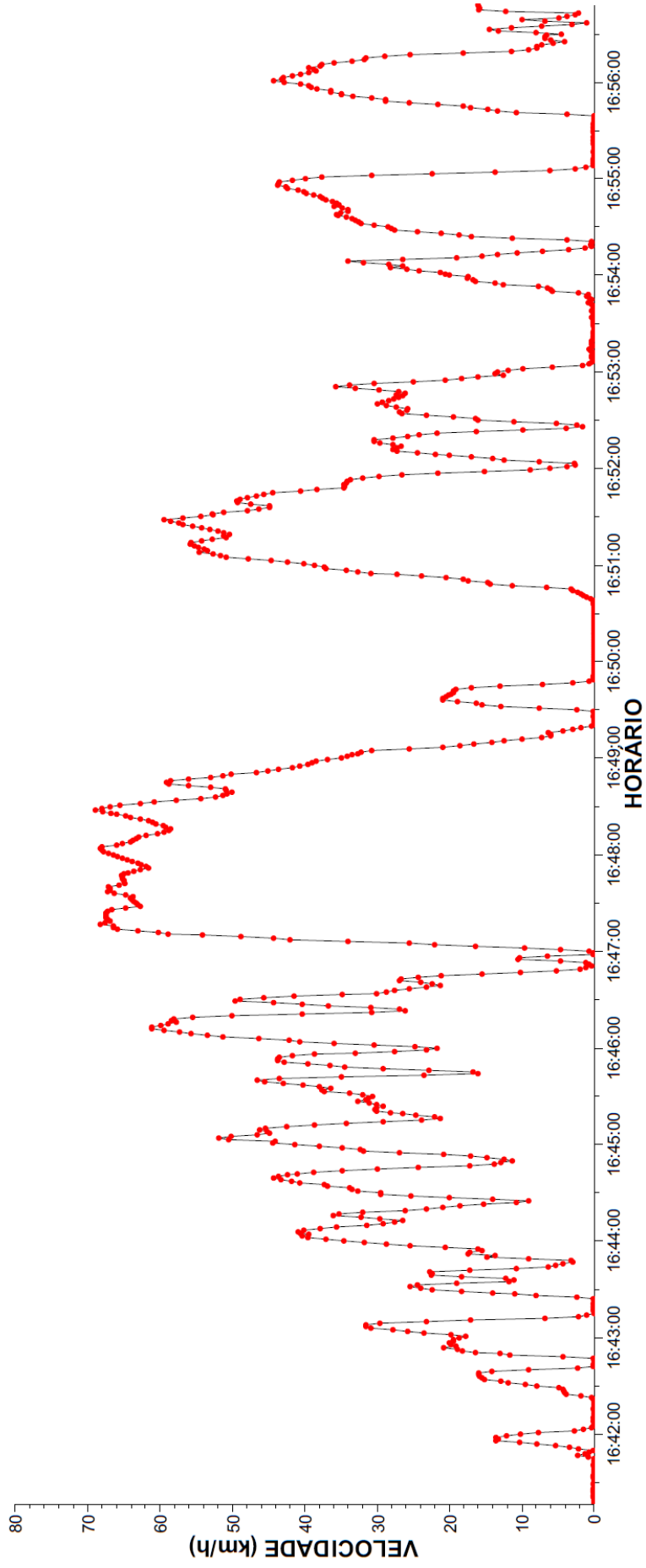


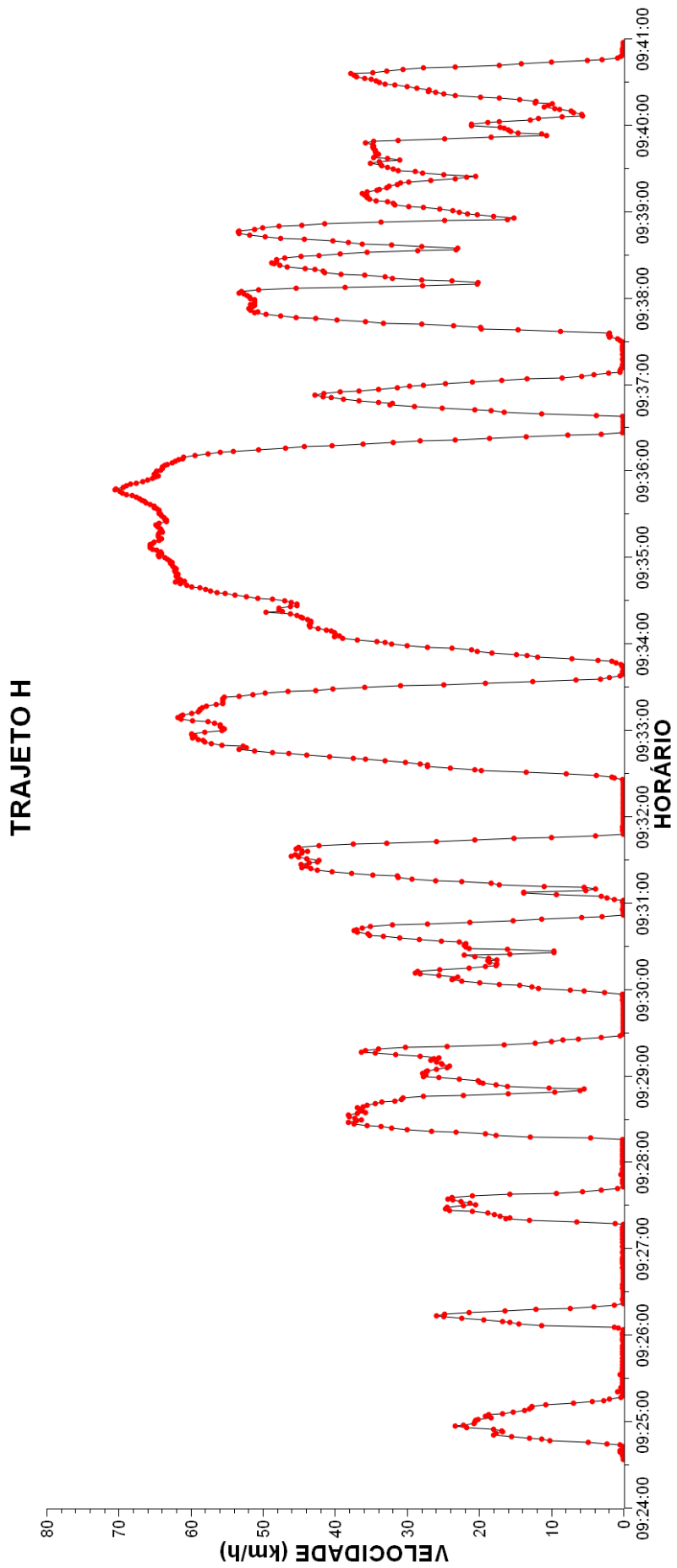


TRAJETO F

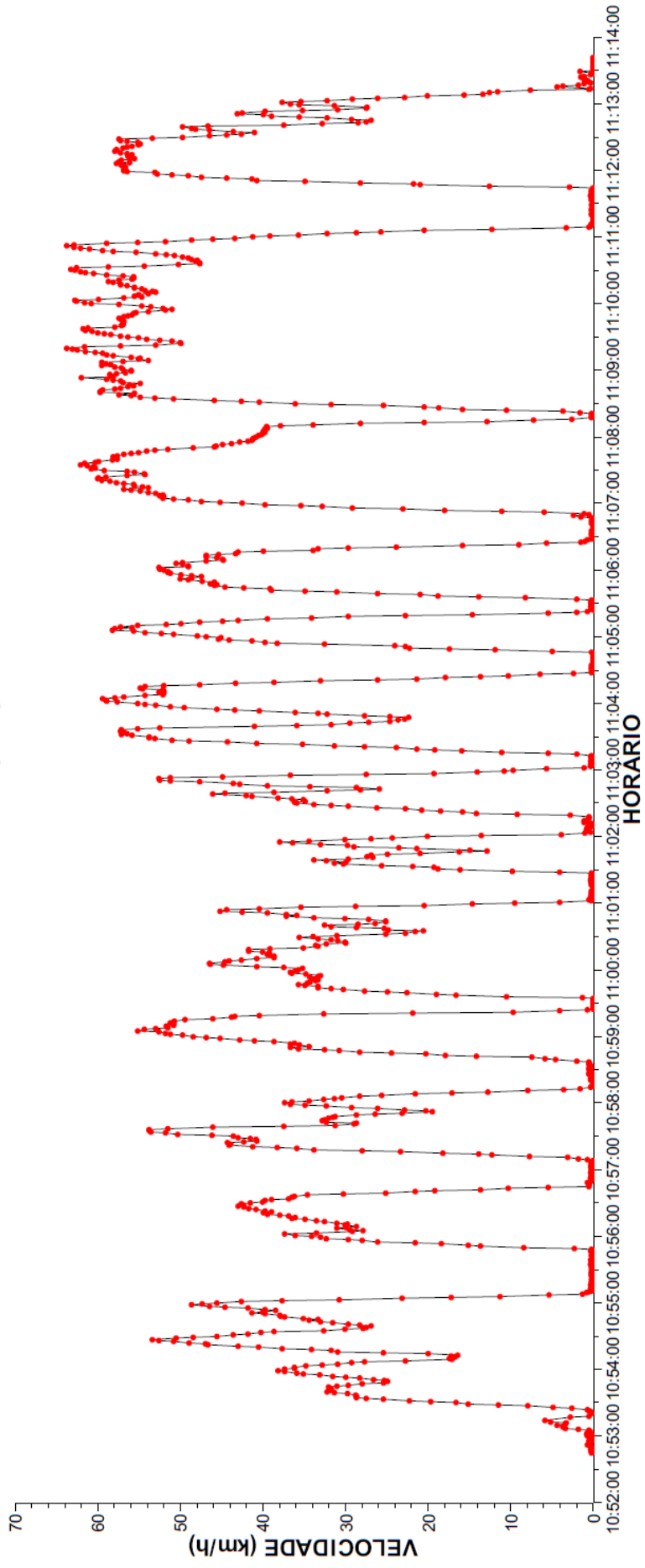


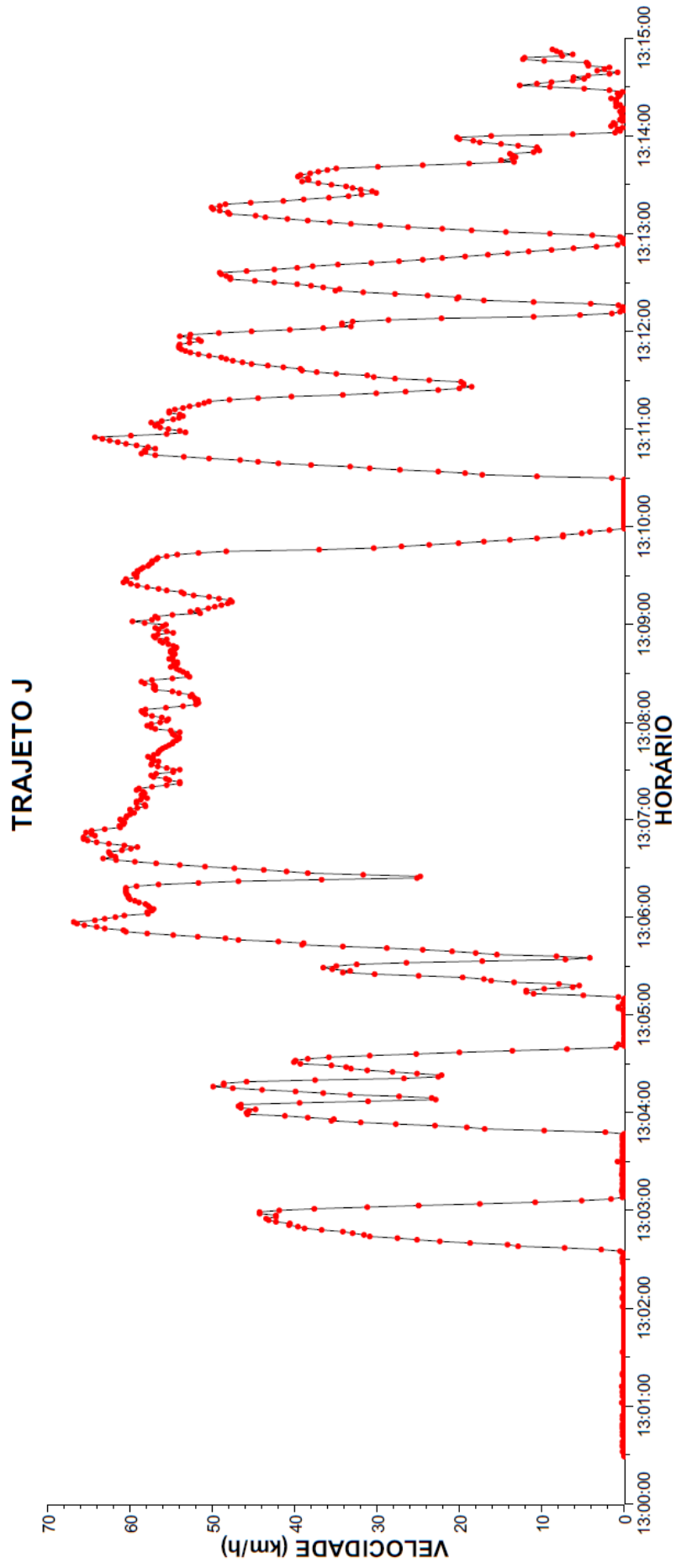
TRAJETO G

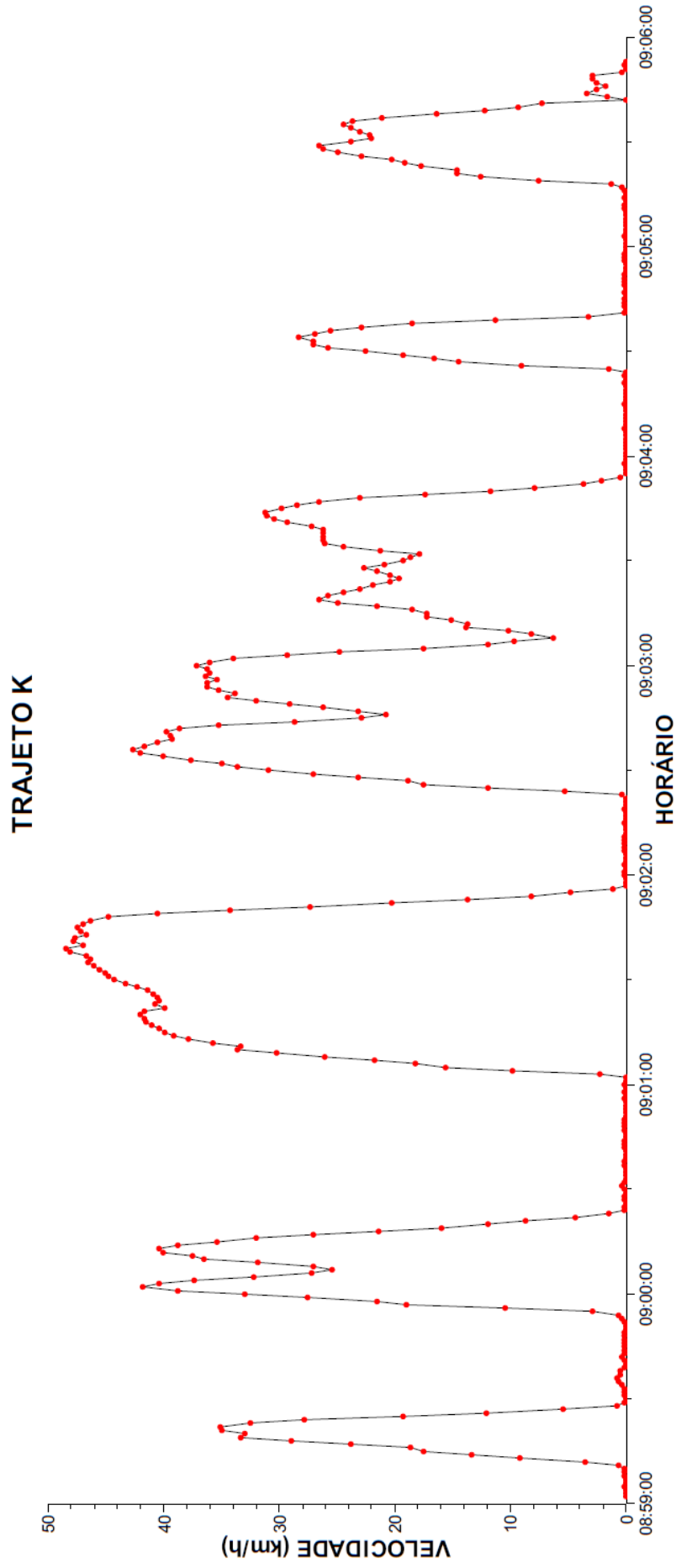


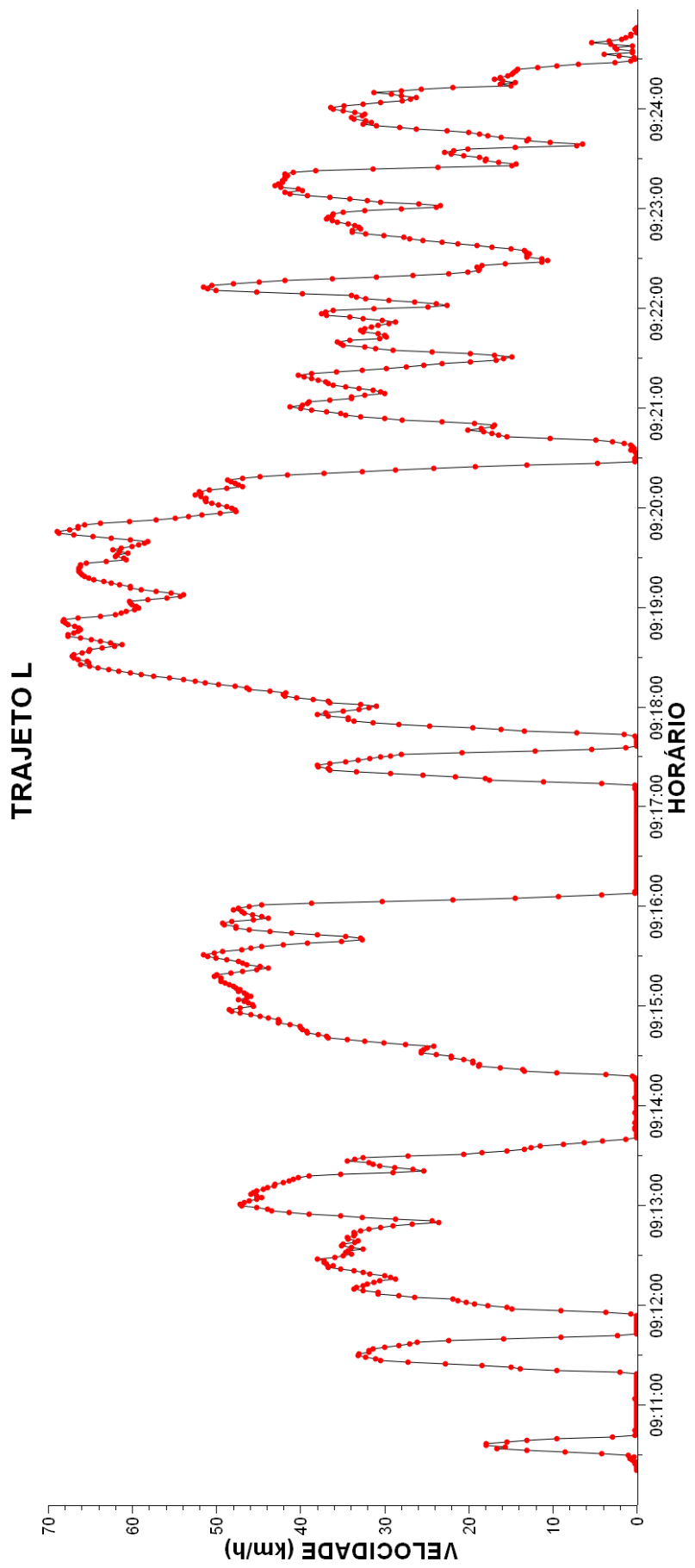


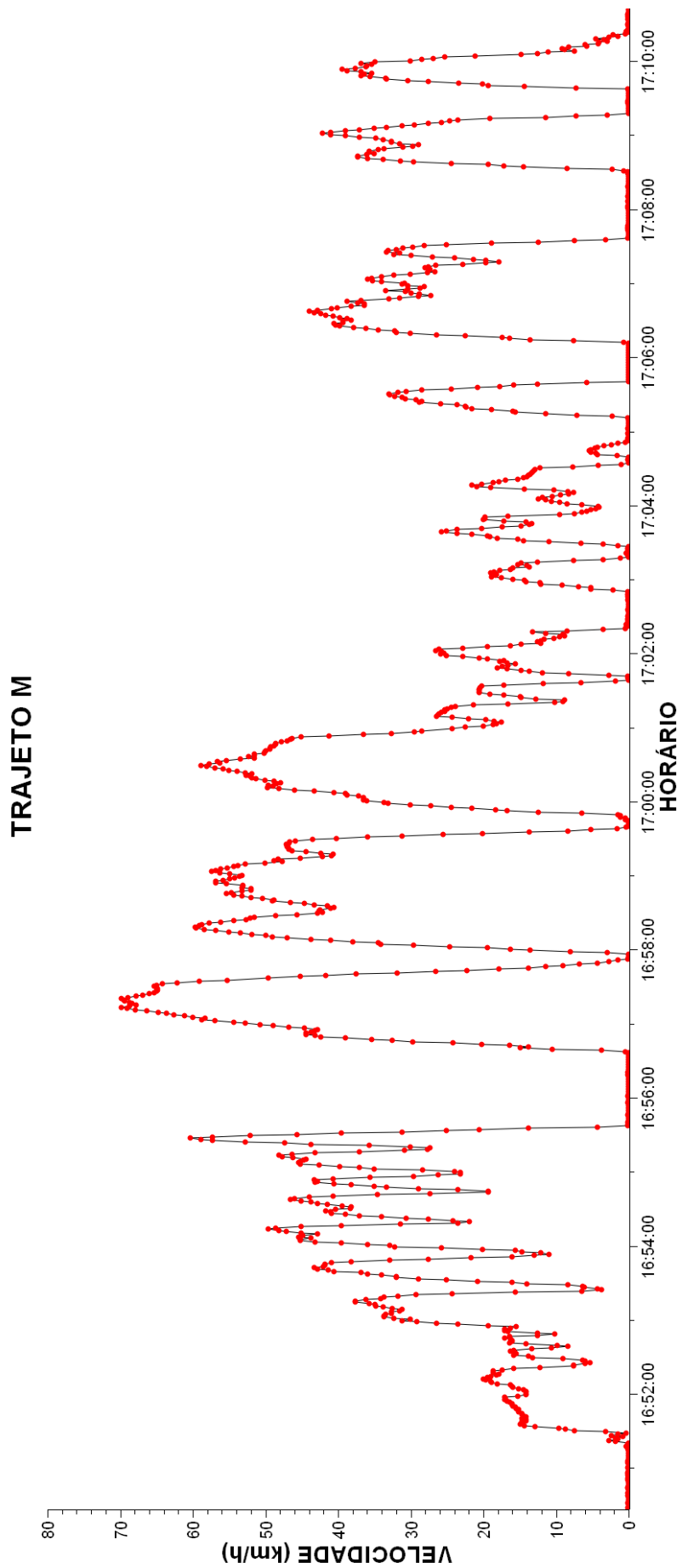
TRAJETO I



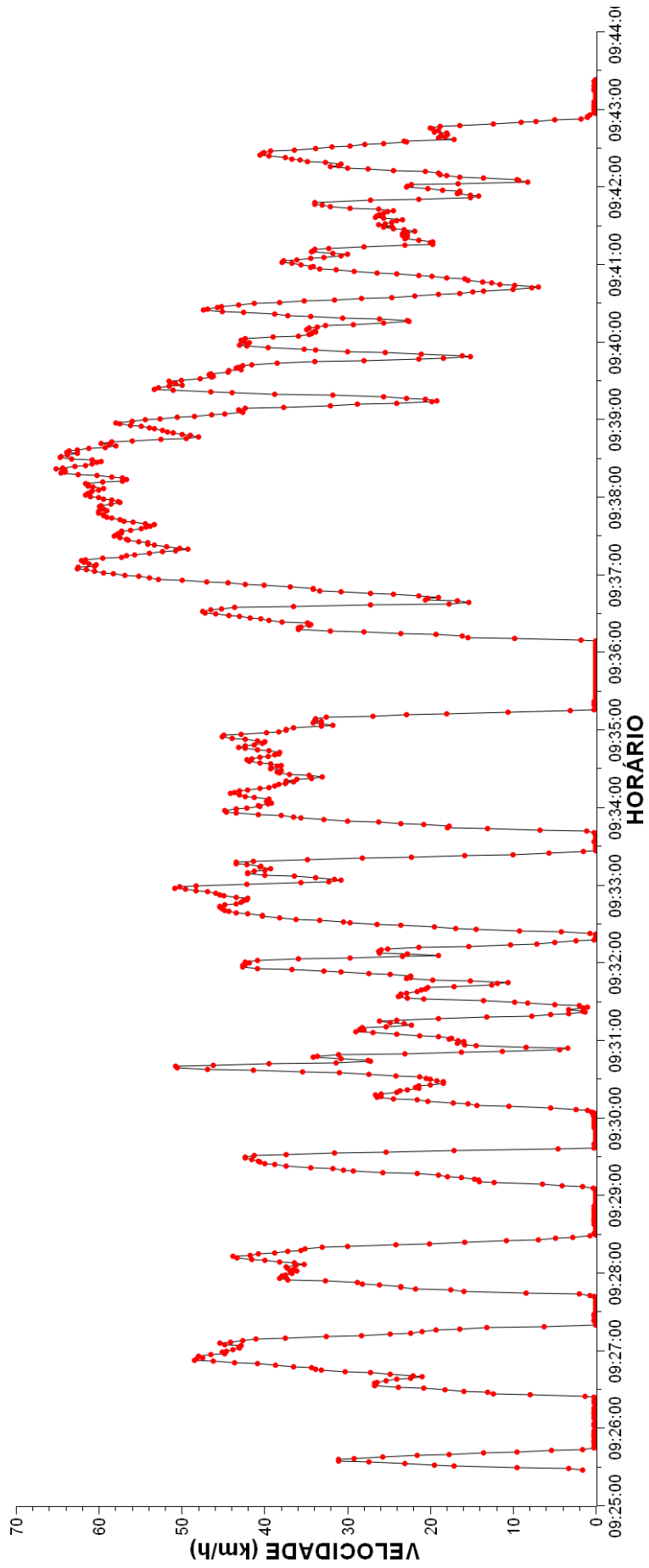






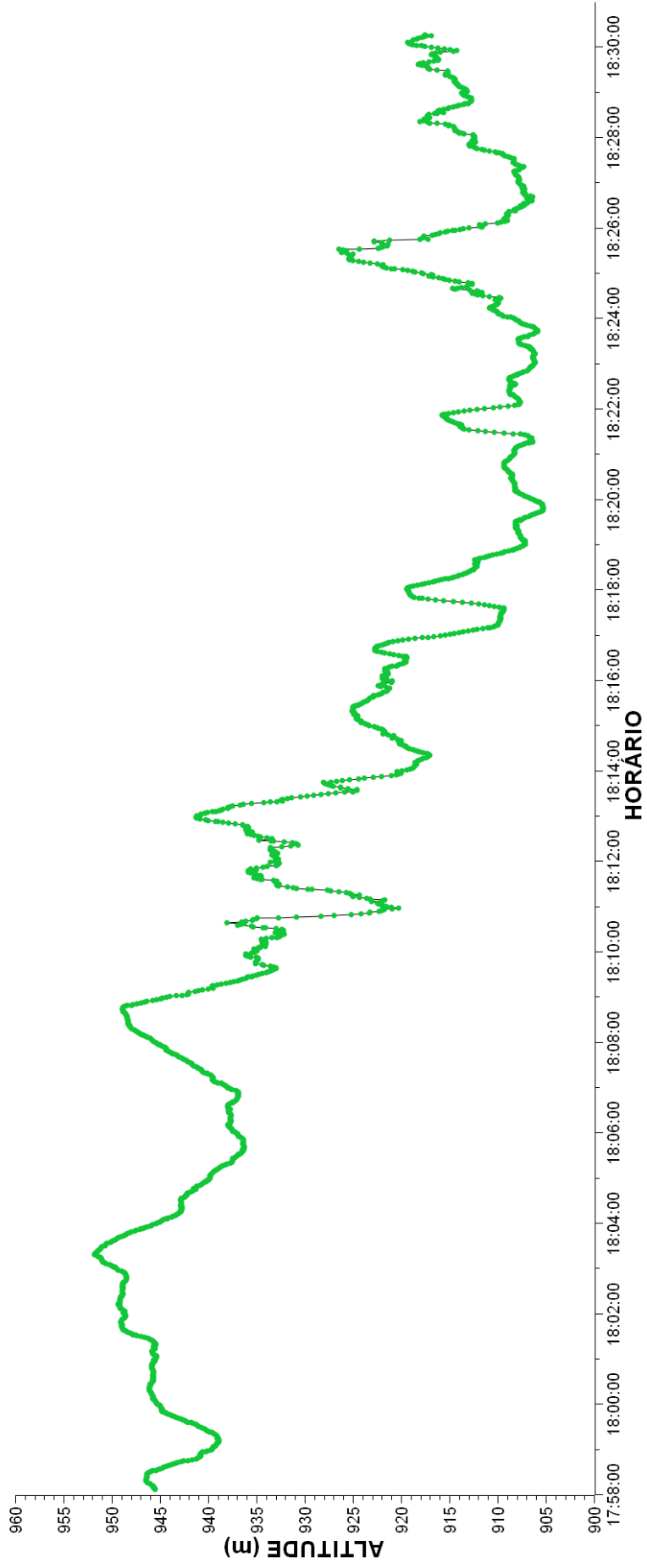


TRAJETO N

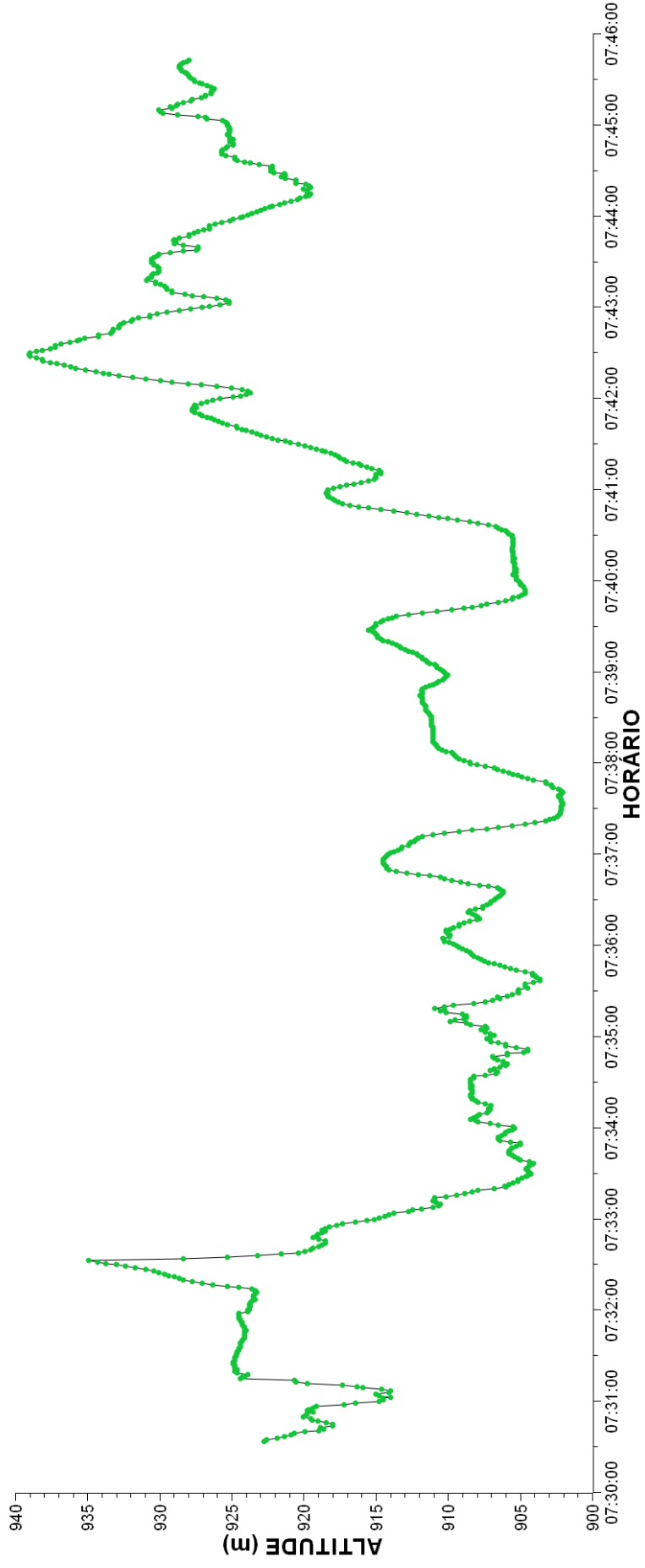


APÊNDICE II – Perfis topográficos dos trajetos

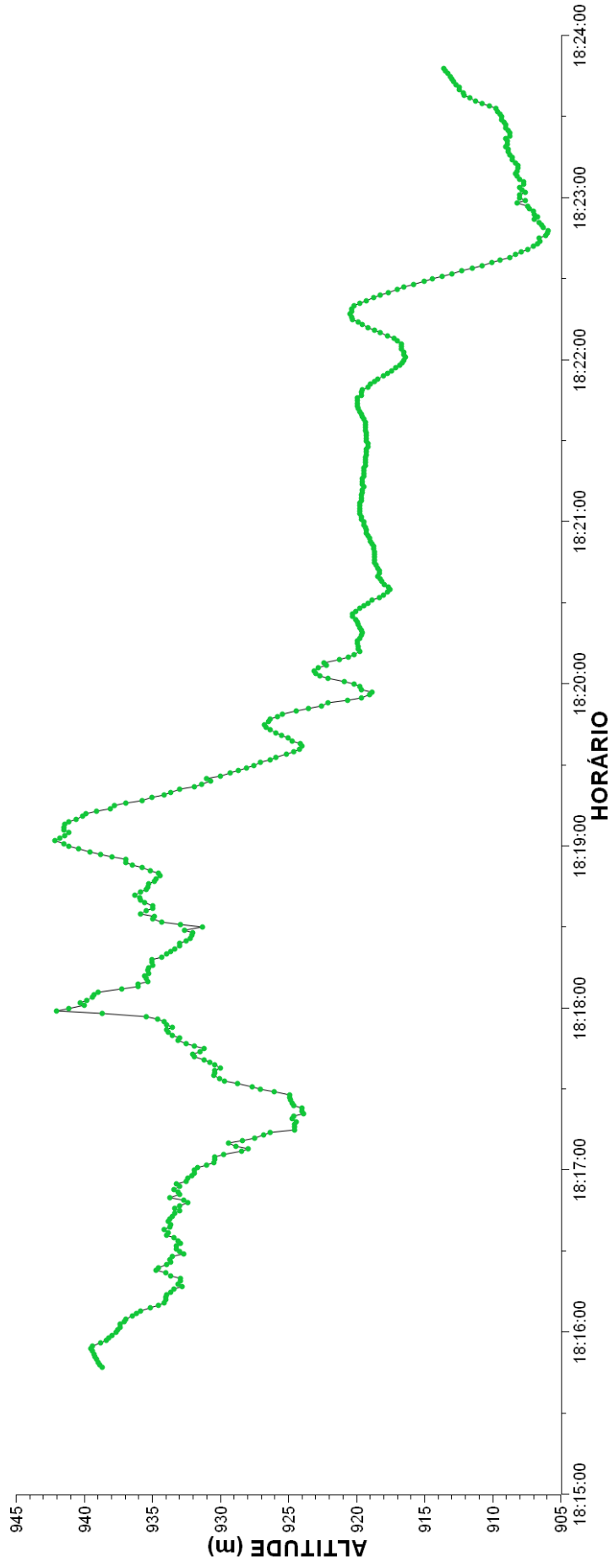
TRAJETO A

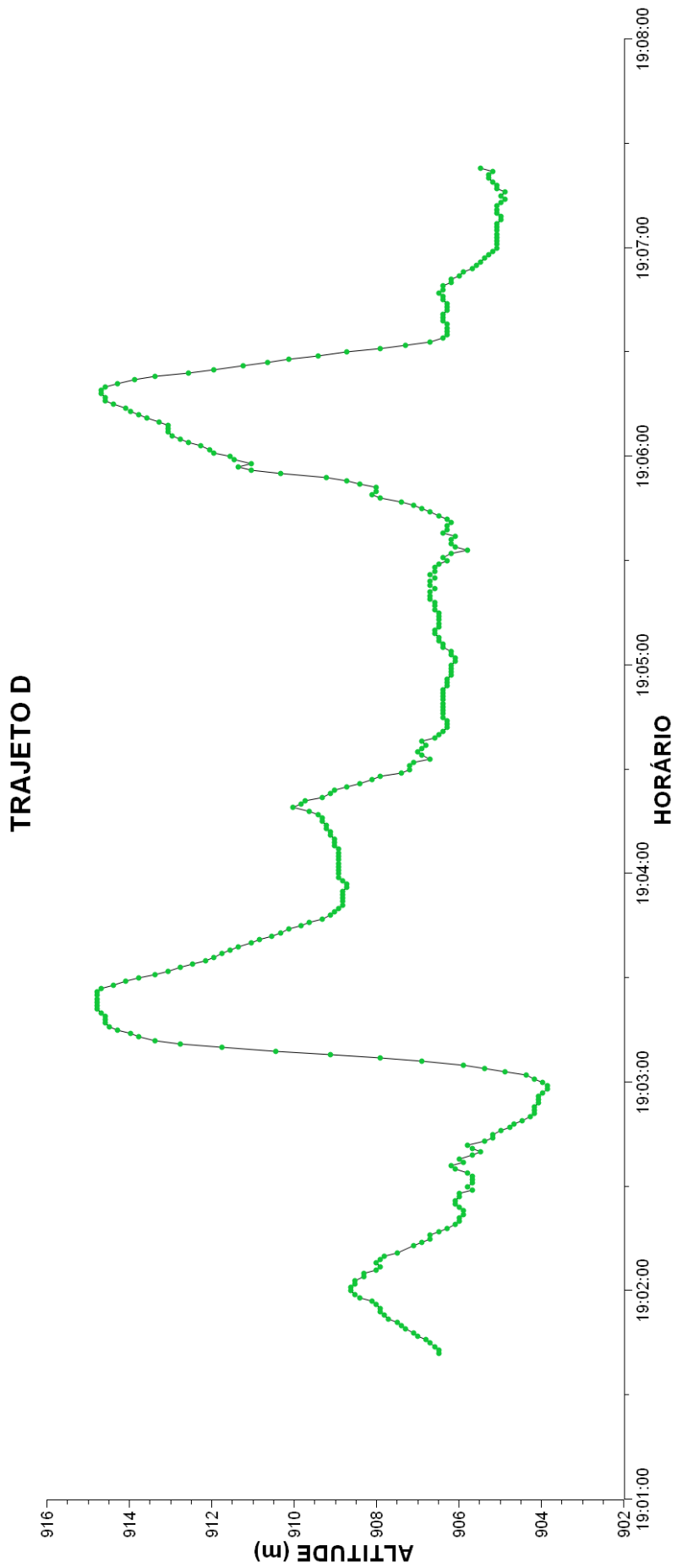


TRAJETO B

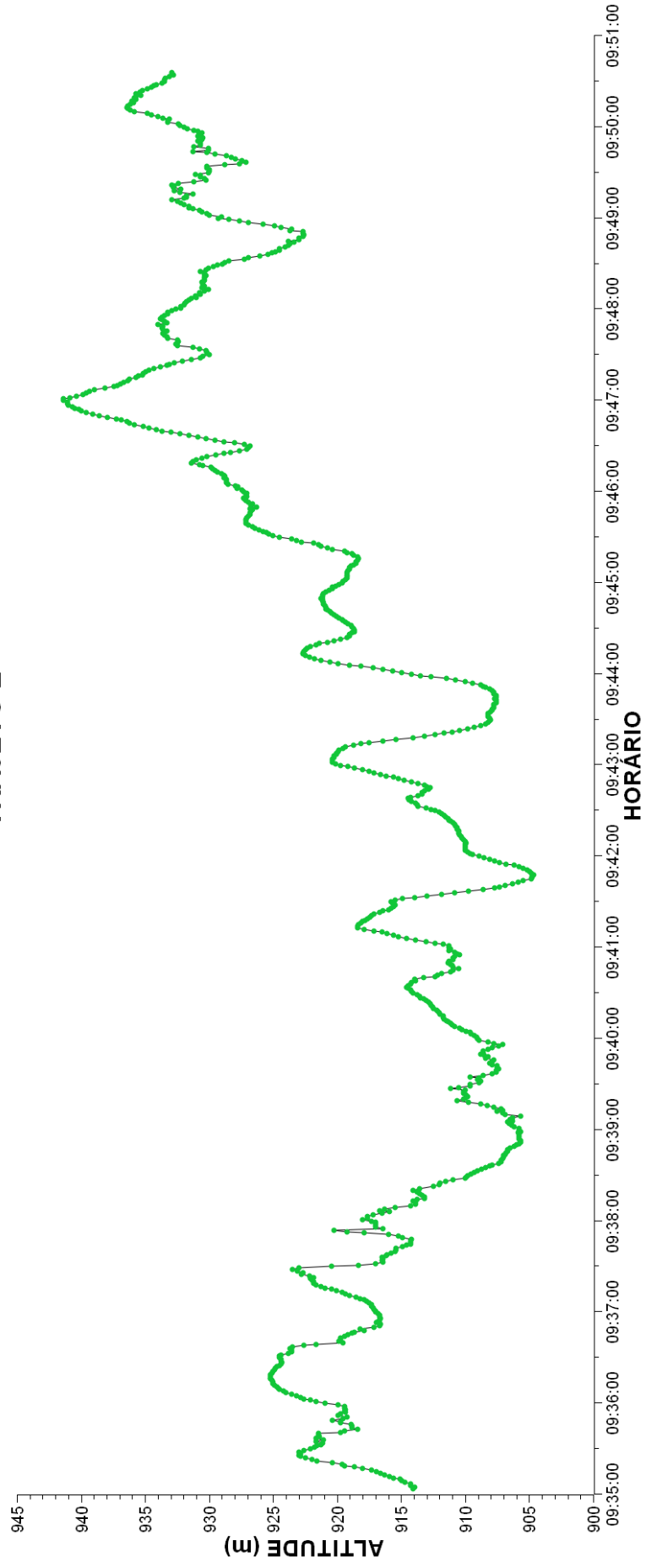


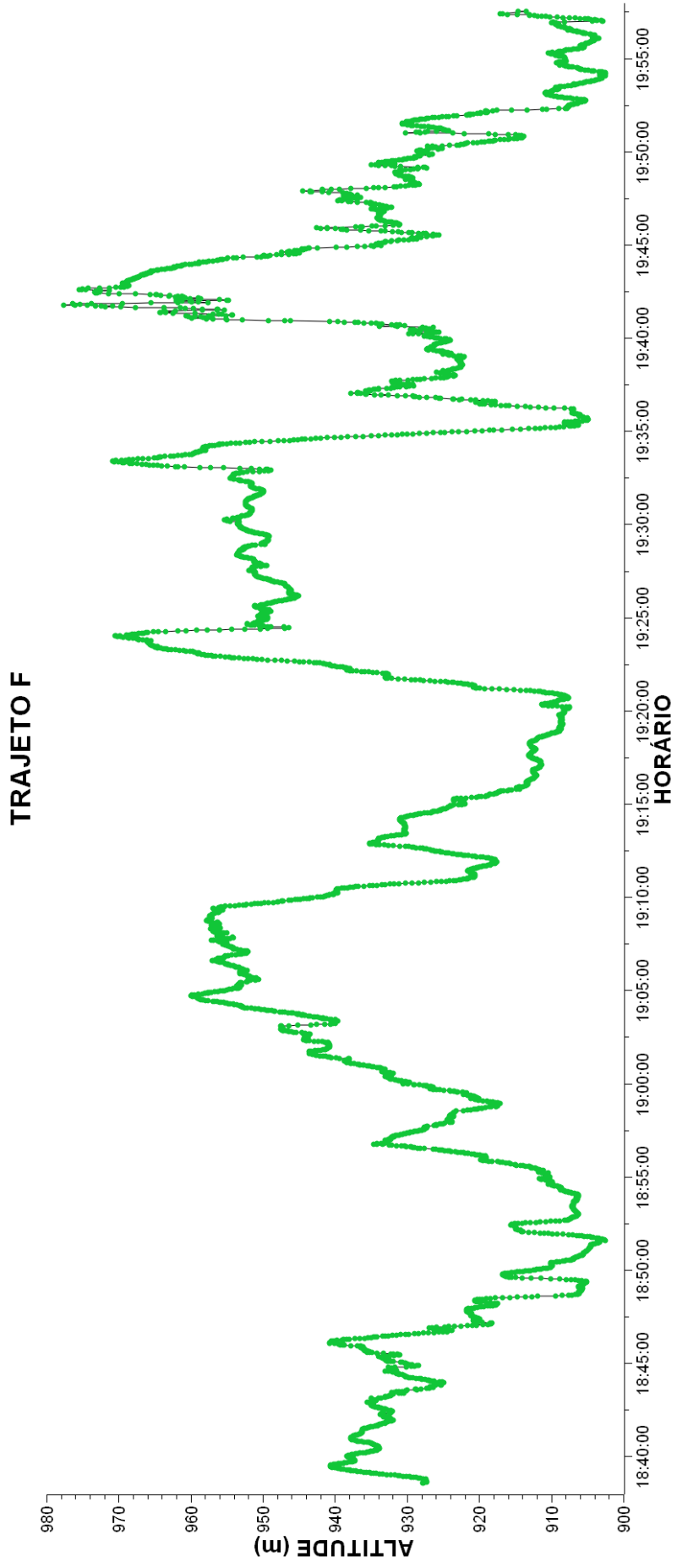
TRAJETO C



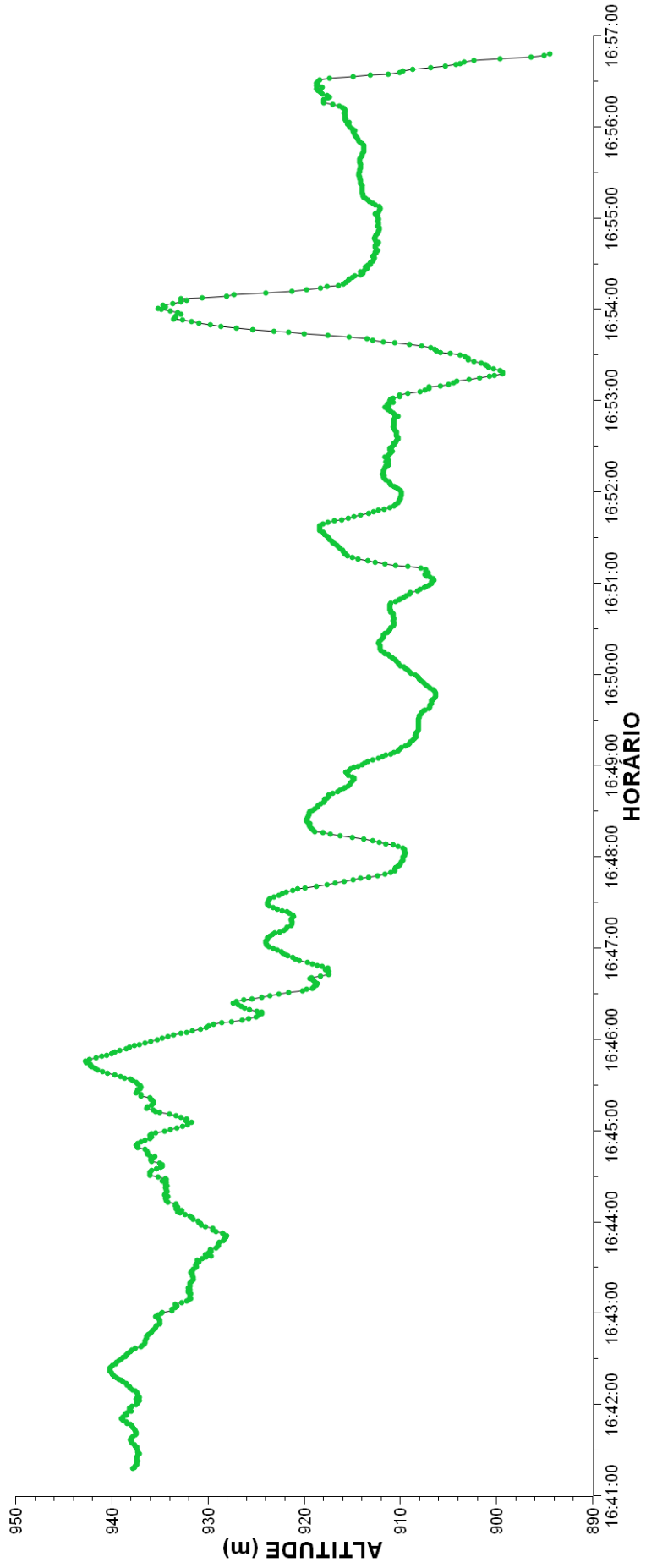


TRAJETO E

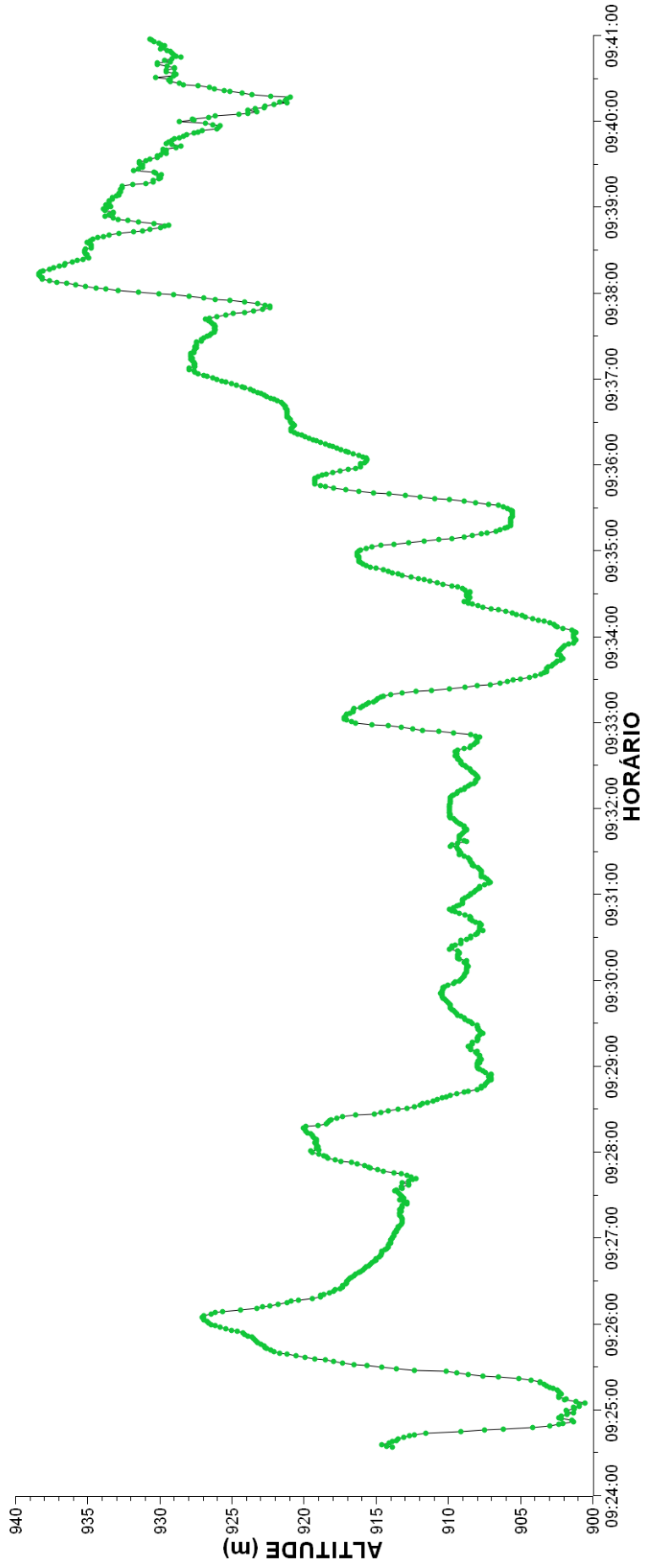




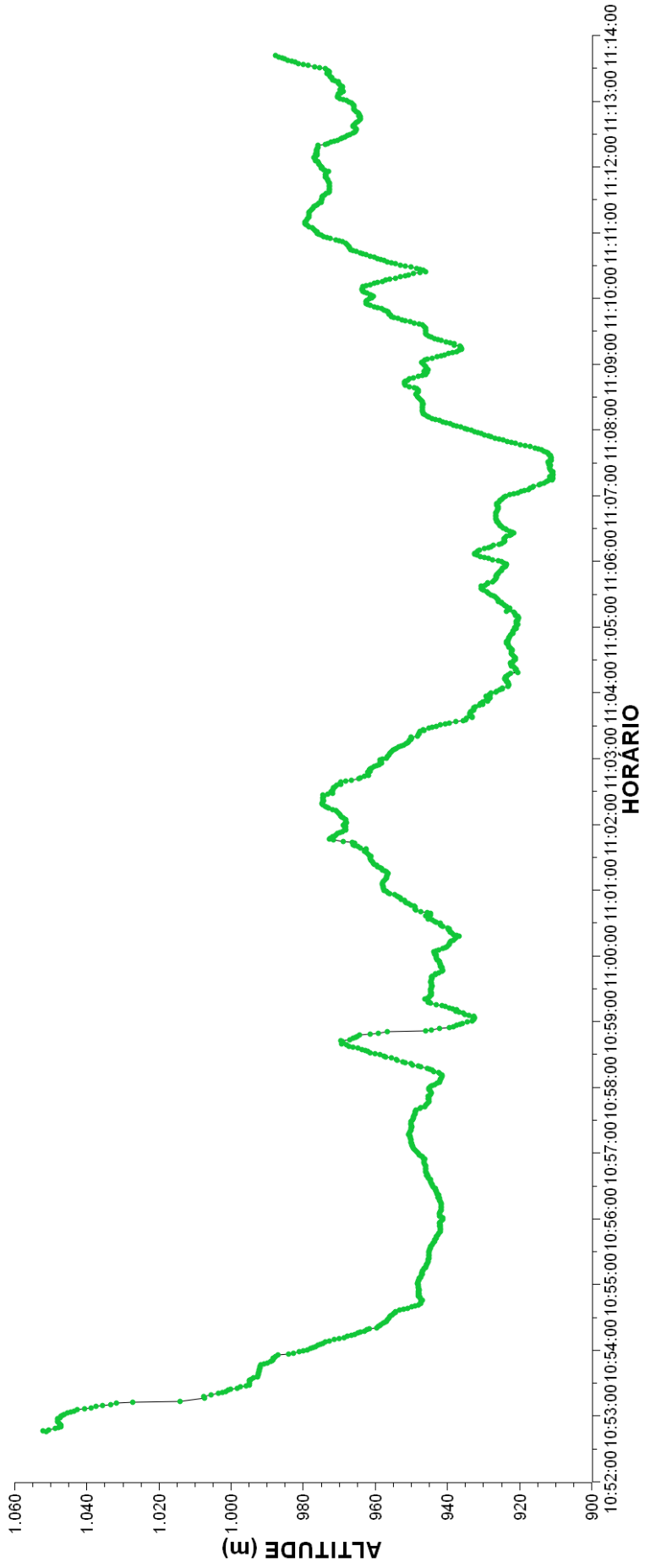
TRAJETO G

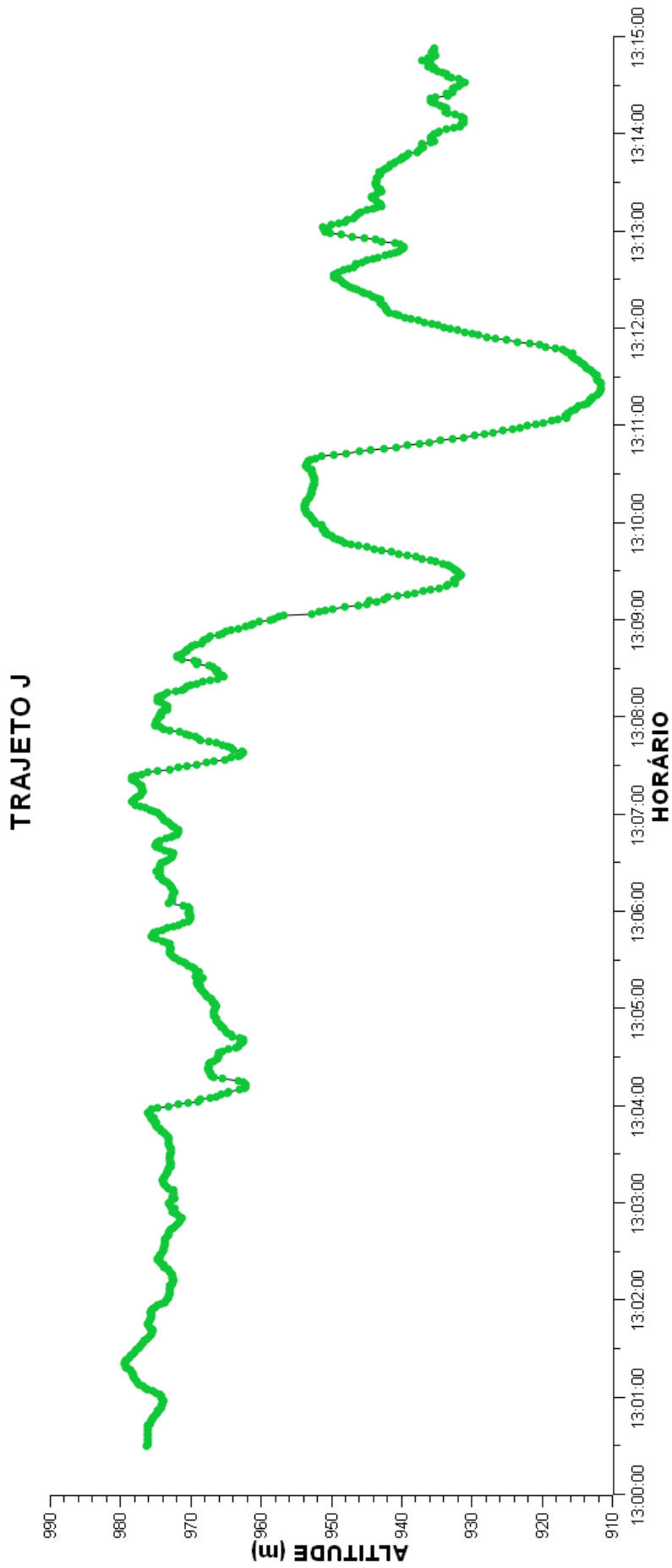


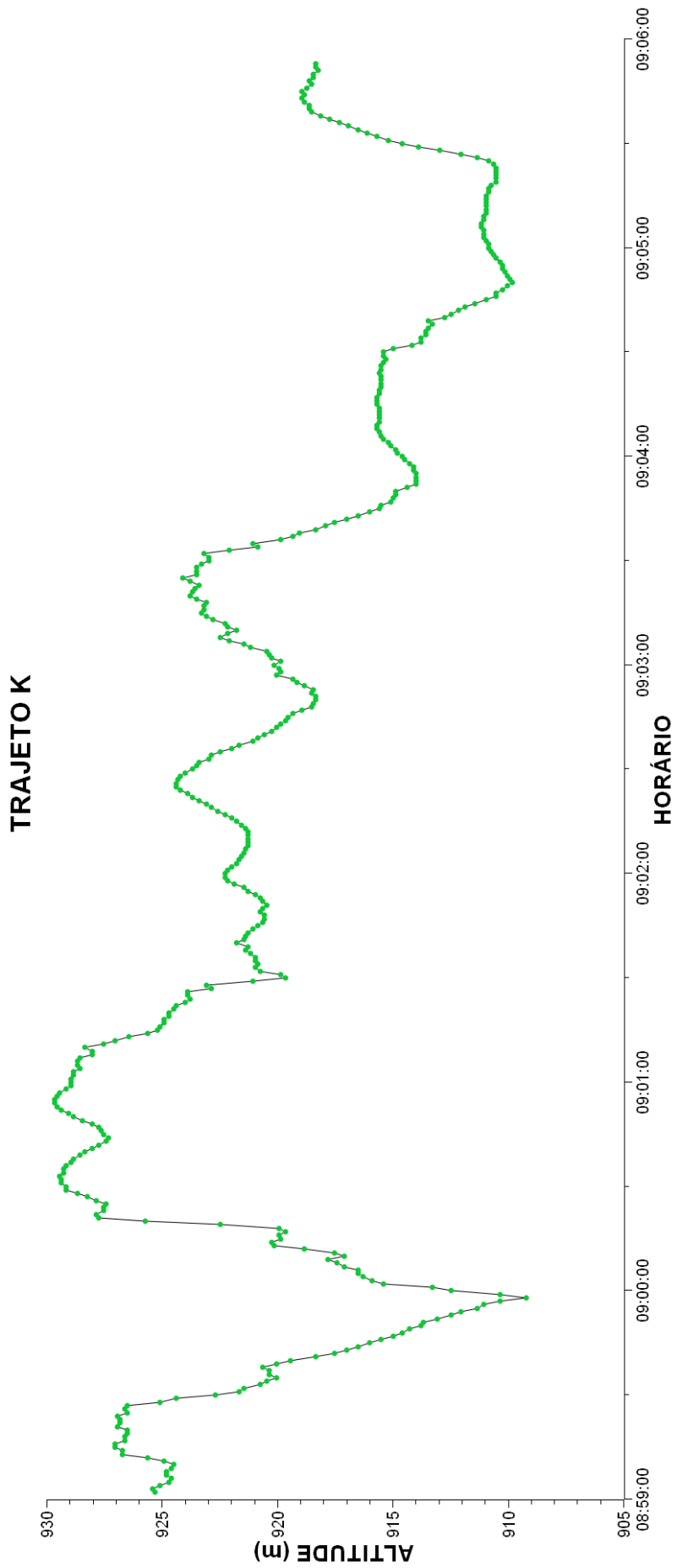
TRAJETO H



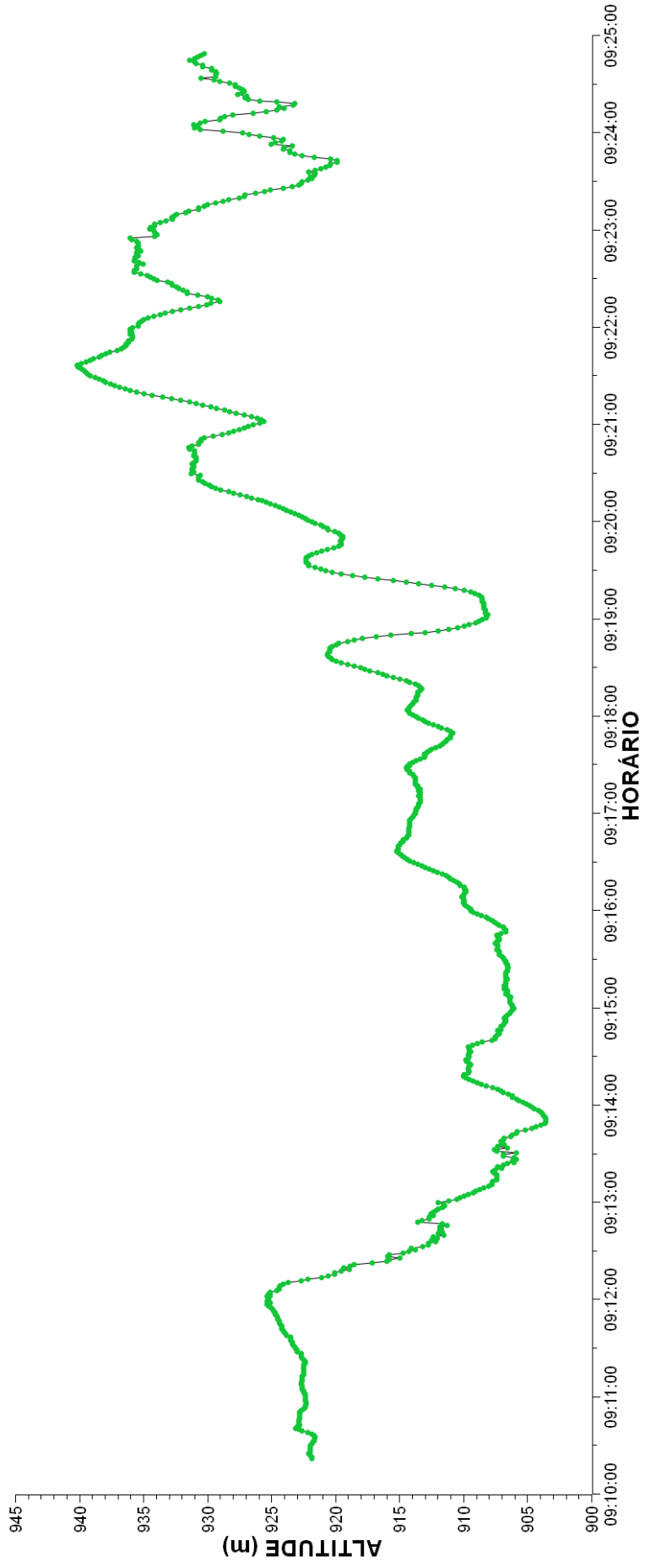
TRAJETO I

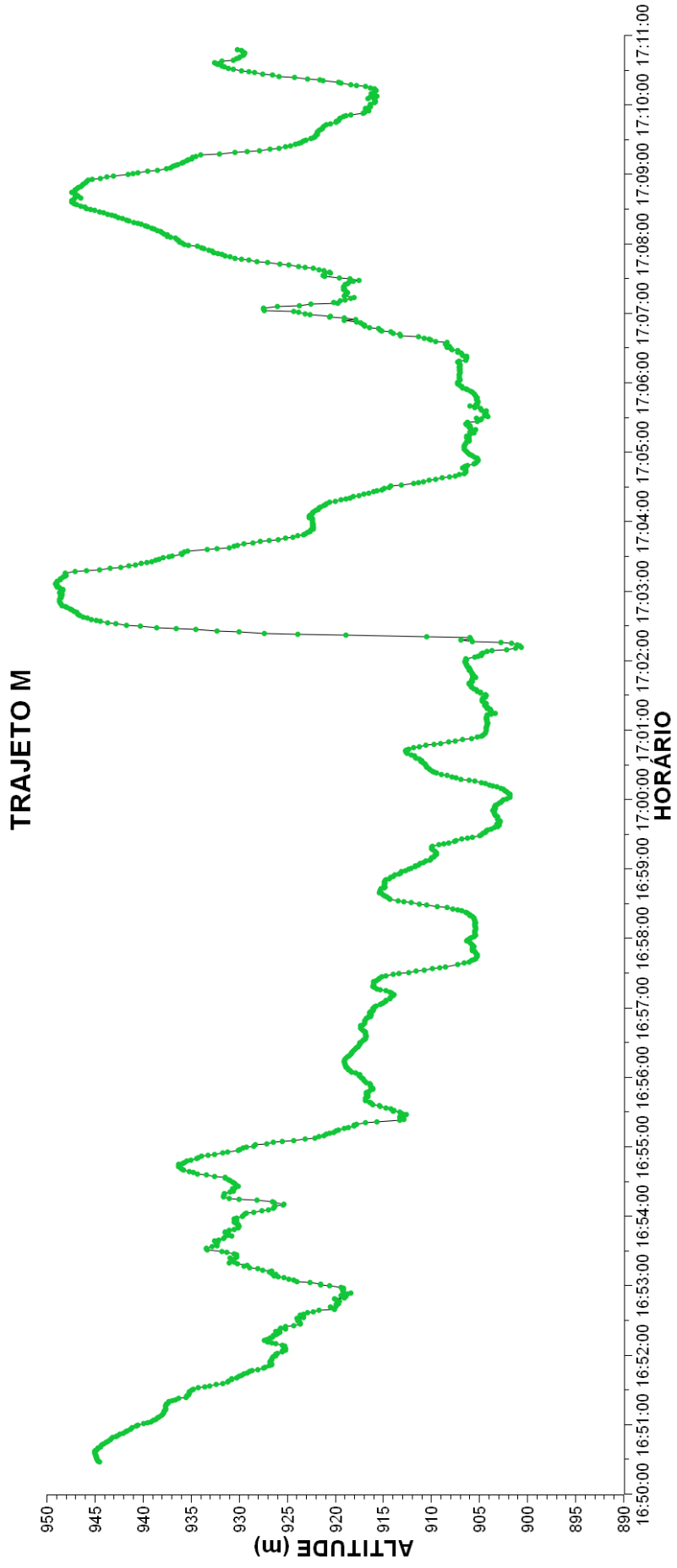






TRAJETO L





TRAJETON

