

Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia de Timor-Leste



Relatório de Investigação Científica INCT 2023

*Estratégias de controlo de trafico para reduzir o congestionamento rodoviário
e seus impactos, em Díli, Timor-Leste.*

António da Costa Fernandes, MSC.

Dezembro de 2023

Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia de Timor-Leste



Relatório de Investigação Científica INCT 2023

*Estratégias de controlo de trafico para reduzir o congestionamento rodoviário
e seus impactos, em Díli, Timor-Leste.*

Área de Conhecimento: Estatística - Otimização
Estudo Elaborado por:

Investigador Responsável: António da Costa Fernandes, MSC

Investigador 1: Alexandrino Duarte Delgado, Ph,D

Investigador 2: Alexandrina Maria da Silva, MSC

Investigador 3: Herminio Sozinho, LCE

Investigador 4: Oliveira Henrique

Díli, 27 de Novembro de 2023

Declaração

Nome do Investigador Responsável : António da Costa Fernandes, MSC
Endereço Eletrónico : antoniocfernandes@ua.pt
Telefone/Telemóvel : 77089657
Número de Bilhete de Identidade : 060 307 050 787 977 91
Título da Pesquisa Científica INCT 2023 : Estratégias de controlo de tráfico para reduzir o congestionamento rodoviário e seus impactos, em Díli, Timor-Leste.
Área de Conhecimento : Matemática (Estatística e otimização)
Ano de Conclusão : 2017

Declaro, por minha honra, que os dados aqui apresentados são verdadeiros e que neste estudo apresentado não foi cometido plágio nem nenhuma ilegalidade em termos de direitos de autor. Autorizo a reprodução integral deste relatório apenas para efeitos de investigação.

Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia, a _____ de _____ de _____.

Assinatura do Investigador Responsável: _____.

Índices

Declaração.....	ii
Índices	iii
Lista da tabela	v
Lista da Figura	vi
PREFÁCIO	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Enquadramento teórico	3
1.2.1. Congestionamento.....	3
1.2.2. Comportamento dos condutores	5
1.2.3. Rotas de Mikrolet.....	8
1.2.4. Impacto ambiental.....	10
1.2.5. Otimização de semáforos	11
1.3. Descrição do problema.....	18
1.4. Formulação Hipótese.....	18
1.5. Objetivos	19
1.5.1. Objetivo Geral.....	19
1.5.2. Objetivos Específicos.....	19
1.6. Importância de pesquisa	19
1.7. Organização de trabalho.....	20
1.8. Local geográfico de pesquisa	20
2. Metodologia de investigação	21
2.1. Área de concentração de pesquisa.....	21
2.1.1. Otimização dos semáforos.	21
2.1.2. Comportamento dos condutores	22
2.1.3. Analisar as paragens dos Mikrolets	26
2.1.4. Impacto ambiental (poluição causada pela emissão de gases).....	27

3. Discussão dos resultados	29
3.1. Análise de dados de comportamento dos condutores	29
3.2. Rota de Mikrolets	34
3.3 Resultados de impacto ambiental (Monóxido de carbono)	38
3.4 Resultados de Otimização dos semáforos	40
4. Consideração finais.....	44
4.1 Conclusão.....	44
4.2 Recomendação	46
Referencias.....	47
Anexos	49

Lista da tabela

Tabela 1 Classificação idade em termos de género masculino e feminino.....	29
Tabela 2: Classificação de nível escolaridade em termos de género masculino e feminino	30
Tabela 3 Dados Latitude e longitude das paragens do Mikrolet 01	36
Tabela 4: Resultado de correlação do valor PPM e ano fabrico dos veículos	38
Tabela 5: Dados PPM do Monóxido de Carbono nas ruas	39
Tabela 6: Comparação entre resultados obtidos pelo Transyt 7F vs Solver do Excel (GRG Non Linear).....	41
Tabela 7: Resultado de semáforo, do Ministério da Justiça.....	41
Tabela 8: Dados de semáforo de Balide	42
Tabela 9: Resultado otimizados do semáforo do ministério da justiça.....	42
Tabela 10: Resultado otimizados do semáforo de Balide	42
Tabela 11: Variação dos tempos de ciclo nos índices de desempenho de semáforo do ministério de justiça.	43

Lista da Figura

Figura 1 Dados de Mikrolet, pelo DNTT.....	10
Figura 2: Classificação de nível escolaridade em termos de conduzir	30
Figura 3: Idade vs Comportamento dos condutores violar o sinal vermelho no semáforo.....	31
Figura 4: Idade vs atitude impaciência com um condutor que circula de modo lento.....	32
Figura 5: Motivos de multa.....	33
Figura 6: Motivos de acidentes	34
Figura 7: As paragens do Mikrolet 01 em cinco dias	35
Figura 8: Mapa de paragens do Mikrolet 01	37

PREFÁCIO

É com grande satisfação que se apresenta este trabalho, intitulado "*Estratégias de Controle de Tráfego para Reduzir o Congestionamento Rodoviário e Seus Impactos em Díli, Timor-Leste*". Este projeto de pesquisa representa um esforço dedicado e rigoroso para compreender e abordar um dos desafios, mais complexos, enfrentados não apenas pela Capital Díli, mas por muitas cidades ao redor do mundo: o congestionamento rodoviário.

Nosso objetivo é fornecer uma visão abrangente do congestionamento rodoviário em Díli e, o mais importante, apresentar estratégias de controle de tráfego que podem ser implementadas para mitigar esse problema e seus impactos associados.

Nossos agradecimentos vão para todas as pessoas e instituições que apoiaram este projeto e compartilharam seus conhecimentos e experiências, sobre tudo, a Direção Nacional de Transporte e Terrestres (DNTT-Timor Leste) que nos disponibilizou os dados; ao Instituto Nacional Ciências e Tecnologia (INCT-TL) como patrocinador da atividade de pesquisa, e a todos os técnicos que acompanharam o processo do estudo no campo; e aos nossos queridos alunos da Faculdade de Ciências Exatas que estiveram no terreno a recolher os dados necessários para o projeto. Sem a colaboração de todos os envolvidos, este trabalho não teria sido possível.

Ao longo deste trabalho, exploramos as causas do congestionamento rodoviário em Díli, analisamos dados de tráfego, consideramos a infraestrutura viária existente e propomos soluções inovadoras, baseadas em evidências para melhorar a mobilidade e a qualidade de vida dos cidadãos.

Esperamos que este trabalho, não apenas forneça *insights* valiosos para os decisores políticos, urbanistas e profissionais de transporte, mas também inspire ações positivas para aliviar o congestionamento rodoviário em Díli e servir como um exemplo para outras cidades que enfrentam desafios semelhantes.

Dili, 12 de dezembro de 2023

António da Costa Fernandes; MSC

Coordenador de Pesquisa

RESUMO

O congestionamento rodoviário é um problema comum nas grandes cidades, causando uma série de impactos negativos. É importante destacar que não existe uma solução única para o problema do congestionamento rodoviário nas grandes cidades. A adoção de um conjunto de medidas, parece ser a melhor forma, de enfrentar esse problema. Na capital Díli, verifica-se um crescimento populacional nos últimos anos, que levou ao aumento da procura por transporte, o que sobrecarregou as vias existentes; O aumento da frota de veículos também contribui para o congestionamento; Falta de planeamento urbano ou inadequado também implica o aumento do congestionamento, por exemplo, pela falta de infraestrutura de transporte público, nomeadamente muitas paragens por parte dos mikrolets; Comportamento dos condutores, tais como, conduzir em excesso de velocidade, não respeitar as regras de trânsito, condução agressiva etc, também contribui negativamente para o aumento deste fenómeno. Considerando a importância de usar técnicas de matemática, nomeadamente Estatística e Otimização, o presente trabalho usa estas ferramentas para (i) otimizar os tempos de semáforos; (ii) analisar estatisticamente as rotas de mikrolets e propor paragens fixas ao longo das rotas; (iii) estudar o comportamento dos condutores e recomendar medidas de melhoria; (iv) apresentar a quantidade média de monóxido de carbono (impacto ambiental) e comparar com os valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde. Os dados recolhidos nos permitiu otimizar os tempos dos semáforos e os resultados são positivos quando comparados com os do *software Transyt 7F*. Propomos lugares, onde, devem existir, paragens de mikrolets em cada rota, assim como, estudamos o comportamento dos condutores e apresentamos possíveis soluções. Sobre o impacto ambiental do congestionamento, apresentamos dados de emissão de monóxido de carbono nas inspeções dos veículos (DNTP) e nas ruas, onde verifica maior concentração de veículos nas horas de ponta.

Palavras Chave: Congestionamento, Otimização de semáforos, Trânsito, Comportamento dos condutores, Rotas de Mikrolets.

ABSTRACT

Road congestion is a common problem in large cities, causing a set of negative impacts. It is important to highlight that there is no single solution to the problem of road congestion in large cities. The adoption of a set of measures seems to be the best way to fix this problem. In the capital Dili, there has been population growth in recent years, which has led to an increase in demand for transport, which has overloaded existing roads; An increase in the vehicle fleet also contributes to congestion; Lack of or inadequate urban planning also leads to increased congestion, for example, due to the lack of public transport infrastructure, particularly many stops for mikrolets; Driver behavior, such as driving at excessive speed, not respecting traffic rules, aggressive driving, etc., also contributes negatively to increase this phenomenon. Considering the importance of using mathematical techniques, namely Statistics and Optimization, the present work uses these tools to (i) optimize traffic light times; (ii) statistically analyze mikrolets routes and propose fixed stops along the routes; (iii) study driver behavior and recommend improvement measures; (iv) present the average amount of carbon monoxide (environmental impact) and compare it with the values recommended by the World Health Organization. The data collected allowed us to optimize traffic light times and the results are positive when compared with those of the Transyt 7F software. We propose places where there should be mikrolets stops on each route, as well as studying the behavior of drivers and presenting possible solutions. Regarding the environmental impact of congestion, we present carbon monoxide emission data from vehicle inspections (DNNT) and on the streets, where there is a greater concentration of vehicles during rush hours.

Keywords: Congestion, Traffic light optimization, Traffic, Driver behavior, Mikrolets routes.

1. Introdução

1.1. Contextualização

Os meios de transportes, quer públicos ou privados são indispensáveis para a mobilidade em todo o lado, principalmente nos grandes centros urbanos, pois é onde normalmente se concentra a esmagadora maioria das pessoas, pelas mais diversas razões. A maioria das pessoas usam os transportes para se deslocarem para o trabalho, passear ou mesmo para fazer turismo. Todos esperam que o mesmo seja feito de forma eficiente, segura e com tranquilidade.

O transporte rodoviário é o meio de transporte mais utilizado em Timor-Leste, seja este composto por veículos ligeiros ou pesados, de mercadorias ou de passageiros.

Segundo os dados divulgados pela Direção Nacional de Transporte Terrestres (DNTT), os últimos anos mostram que a quantidade de veículos leves (carros) que circulam nas grandes cidades de Timor-Leste, tiveram um crescimento considerável. A DNTT registou no ano passado, a importação de 17.141 veículos. Portanto Timor-Leste, entre 2021 e 2022, importou 56.542 veículos (Fontes: <https://pt.tatoli.tl/2023/01/13/importados-17-141-para-timor-leste-no-ano-passado/>). Para além disso, os veículos registados no DNTT entre janeiro e maio de 2023 totaliza 81275.

Realmente a cidade de Díli está em crise rodoviária e o congestionamento já não acontece só nas horas de pico, mas sim é quase constante. *O próprio PEDN-2011-2030 diz que o volume de tráfego na Capital Díli está a aumentar rapidamente e que posteriormente atingirá outros distritos a medida que a economia se expande.*

O congestionamento de tráfego é um problema global, enfrentada por todos os países, nomeadamente nos grandes centros urbanos. A cidade de Díli, a capital do País Timor Leste, não é exceção. Sendo uma cidade projetada para abrigar cerca de 30 000 pessoas, habita-se atualmente 324,738 pessoas, de acordo com o último censo de 2022 (Timor-Leste Population and Housing Census 2022 Main Report, 2023, p. 24), cerca de 10 vezes mais do que a sua real capacidade. Porém, Díli passa por uma grande crise de mobilidade urbana, a qual prejudica todos os setores sociais e o funcionamento da cidade. A causa está ligada ao excesso de veículos, que engarrafam vias de circulação e estacionamento públicos e privados sobre tudo nos períodos de pico.

O aumento do poder de compra, associada a grande oferta de veículos, fez aumentar de forma significativa o número de veículos, principalmente privados, implicando grandes congestionamentos, altos níveis de estresse, poluição, acidentes, prejuízos económicos resultantes de acidentes com feridos, mortes e aumento do consumo de combustíveis, má qualidade de vida.

O congestionamento é um problema sério na capital do país, Timor-Leste, e ouve-se lamentações na sociedade Timorense. A opinião pública reclama a forma como as atividades são feitas: (i) comerciais nas ruas e (ii) acidentes ou incidentes. Nas atividades comerciais, os comportamentos e atitudes dos negociantes ambulantes, por exemplo no Bairro-Pite, Delta Elemloi, Rotunda Nicolau Lobato e outros sítios, contribuam também para aumentar o congestionamento.

Segundo o decreto do governo Timor-Leste (Decreto Lei lei nº 6/2003 de 3 de abril p. 8) sobre o código da estrada de Timor-Leste artigo 48 alínea 1 e 4 sobre o estacionamento inadequado, diz que, quando os condutores estacionam seus veículos em locais proibidos, como faixas de trânsito, áreas de embarque e desembarque ou bloqueando vias estreitas, pode causar congestionamento. Isso impede o fluxo livre do tráfico e pode resultar em bloqueios.

O problema da urbanização também é uma questão a considerar, mais precisamente melhorar os espaços de estacionamento, as infraestruturas, o comportamento dos condutores, que são elementos indissociáveis e desempenham grande importância, principalmente nos centros urbanos.

Segundo (Stumpf, 2018) a resolução do problema de congestionamento é muito complexa, não será resolvida apenas com a expansão das estradas e mais espaço para os transportes públicos, ao contrário, do que, muitos planeadores e tomadores de decisões acreditam. Isto significa que a medida que os sucessivos governos vão fazendo a expansão de estrada, implica que a aquisição de veículos privados aumenta, aumentando também o congestionamento. Em seguida apresenta-se o ciclo do congestionamento com seus impactos:



Ainda com (Stumpf, 2018) salientou que, a estratégia para controlar o congestionamento exige uma séria de medidas, desde uma revisão profunda sobre as políticas de estacionamento até medidas alternativas e disruptivas para o financiamento dos transportes públicos.

Contudo, uma gestão do trânsito, concertada com todos estes elementos podem ser eficientes para minimizar os impactos negativos no congestionamento, contribuindo para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Pretende-se, portanto, efetuar um estudo interdisciplinar que visa diagnosticar os problemas no trânsito na capital, ambientais e na qualidade de vida dos cidadãos.

1.2. Enquadramento teórico

1.2.1. Congestionamento

Segundo (Bull, 2003, pp. 23-30) a palavra congestionamento é utilizada frequentemente no contexto rodoviário do trânsito, tanto pelos técnicos, como pelo público em geral. A causa fundamental do congestionamento é a interferência mútua entre os veículos no fluxo de trânsito. Assim, o que causa congestionamento são: características do transporte urbano; utilizadores de transportes privados; a condição das estradas e os hábitos de condução.

Congestionamento refere-se a uma condição em que há acumulação das pessoas, ou de trânsito dificultando a circulação rodoviário em determinada área. Este fenómeno é um problema global em todos os países e principalmente nos centros urbanos e, resulta de imprevistos nas vias, acidentes ou veículos avariados ou incidentes como atividades religiosas, culturais, comemorativas etc.

Segundo (DOWNS, 2004, p. 52) congestionamento é composto por dois tipos: (i) congestionamento recorrente causado por grandes volumes de veículos tentando usar capacidade rodoviária limitada e (ii) congestionamento aleatório causado por acidentes e incidentes.

(Prata, Gonçalves, Júnior, & Neto, 2018, p. 3) afirmam que com o aumento da quantidade de automóveis aparece o congestionamento, que ocorre entre os meios de transportes, seja para a deslocação, logística, distribuição de produtos ou prestação de serviços diversos.

Assim, o congestionamento, trata-se de um problema urbano que frequentemente gera diversos problemas e consumo desnecessário de combustível (poluição), e contribui para o elevado nível de stress dos habitantes das grandes cidades.

Seguidamente apresentamos alguns exemplos de boas práticas para combater o congestionamento, e que nos inspiraram para o presente trabalho.

Relativamente à otimização dos semáforos temos vários softwares que foram desenvolvidos. A título de exemplo temos o software Transyt 7, que foi desenvolvido e aplicado nos Estados Unidos, Brasil etc. A versão do Transyt-7F, 14.0.4 passou a ser comercializada a partir de março de 2011, e, por conseguinte, utilizada por vários países no processo de otimização. No nosso caso, utilizaremos o modelo matemático proposto por Lacortt, M. (2011) e cujos resultados serão comparados com os do software TRANYT 7F.

Transporte público acessível e eficiente: O transporte público é uma forma eficaz de reduzir o congestionamento, pois transporta mais pessoas por quilómetro do que os carros. Por exemplo o Brasil, Suécia, Singapura, Colômbia investiram muito para privilegiar o transporte público e até criaram corredores só para veículos públicos. Na Europa e mesmo Estados Unidos, também é uma prática. Tentaram ainda definir as melhores paragens e definiram intervalos de distância entre paragens (Pinheiro, 2013)

A condução defensiva surgiu nos Estados Unidos no início do século XX, em resposta ao aumento do número de acidentes de trânsito. O conceito foi desenvolvido por um grupo de engenheiros e especialistas em segurança, que acreditavam que os condutores poderiam reduzir o risco de acidentes se estivessem mais cientes de seu entorno e se comportassem de forma mais responsável no trânsito. O primeiro curso de condução defensiva foi oferecido em 1914 pelo Instituto de

Engenheiros Mecânicos dos Estados Unidos. O curso foi um sucesso e logo se espalhou para outras partes do mundo. A condução defensiva é baseada na ideia de que os motoristas devem estar preparados para o inesperado. Os motoristas devem estar cientes de seu entorno e devem ser capazes de reagir rapidamente a mudanças inesperadas. No nosso caso, tentamos estudar o comportamento dos condutores e perceber a sua contribuição para o congestionamento. Sem dúvida que a condução defensiva deve ser implementada e vem de encontro as nossas recomendações.

Relativamente a poluição, alguns países implementaram medidas para reduzir a poluição causada pelo congestionamento. A Noruega é um país líder em políticas de transporte sustentável. O país introduziu um imposto sobre o dióxido de carbono para veículos a gasolina e diesel, e oferece incentivos para a compra de veículos elétricos e híbridos. O Reino Unido introduziu um imposto sobre o congestionamento em Londres em 2003. O imposto é cobrado de todos os veículos que entram no centro da cidade durante o horário de pico. O imposto ajudou a reduzir o tráfego no centro da cidade e a melhorar a qualidade do ar.

Nós medimos a quantidade de monóxido de carbono emitido pelos carros, durante a inspeção, mas também nalguns pontos críticos da capital Díli. Com base nos resultados obtidos sugerimos algumas medidas que visam diminuir a poluição do ar.

1.2.2. Comportamento dos condutores

A atitude e o comportamento do condutor, enquanto conduz, deve ser exemplar para a segurança de todos.

O estresse, emoções e cansaço pode provocar acidentes. Um motorista precisa ter a atitude e comportamento apropriado para a operação segura do veículo e deve evitar, ao máximo, que outras circunstâncias o perturbam. Para além disso, a distração dos condutores causado pela utilização do telemóvel, curiosidades, também podem causar acidentes. A falta de conhecimentos de regras e/ou sinais de trânsito afeta claramente o congestionamento.

A atitude e o comportamento de um condutor, devem sempre ser consistentes com as ações necessária para segurança na estrada. Seguidamente apresenta-se alguns elementos importantes

sobre a segurança rodoviária que contribuem para melhorar a atitude e comportamento de um condutor:

a. Concentração.

A falta de concentração pode facilmente levar um acidente. Por exemplo, quando está a conduzir, e fica preocupado com o telemóvel, abrir música, o volume da música mais alto, conversar com as pessoas, esta a imaginar de outro assunto e podem causar o problema de concentração. Por isso, um condutor precisa manter a maior concentração possível, durante a condução, para evitar acidentes.

b. Conhecimento.

Consciência é saber o que está acontecendo ao seu redor ou no ambiente enquanto conduz. Use sempre seus espelhos, antes de mudar de velocidade ou direção. Tomar sempre atenção a estrada à frente para verificar possíveis perigos, olhe para atrás e para os lados para verificar o ponto cego (*blind spot*) à esquerda ou à direita do seu carro.

c. Antecipação ou preparação

A antecipação ao conduzir requer concentração e consciência e exige que o motorista planeie com antecedência possíveis perigos e esteja preparado para tomar decisões. Antecipação e planeamento irão melhorar com a experiência e este é um dos aspetos mais importantes da segurança do motorista. Um motorista deve estar sempre preparado para eventuais problemas que podem surgir. Um veículo deve estar devidamente equipado com sinalizadores de estrada, lanterna, extintor de incêndio, fusíveis, lápis e papel, troco para chamada telefônica, pneu sobressalente devidamente inflado, óleo extra e, em caso de colisão, câmara para documentar a cena.

d. Paciência

Cada vez mais há congestionamento nas estradas, a frustração, o cansaço e o stress podem levar à perda de paciência, especialmente quando confrontado com o mau comportamento dos outros condutores. Tente dar o seu melhor para não reagir às ações dos outros motoristas e mantenha a calma; apenas preste mais atenção. Se sentir desconfortável, tentar diminuir a velocidade e, se necessário, parar para descansar e se refrescar. Dirigir com raiva ou agressividade pode reduzir a concentração e a consciência.

e. Saúde mental e física

Um condutor deve prestar sempre atenção à sua própria saúde mental e física e evitar conduzir se se sentir cansado ou maldisposto, pois isso pode reduzir significativamente a sua capacidade de concentração.

f. Confiança

Confiança e segurança são importantes ao conduzir e isso geralmente está relacionado à experiência e ao nível de habilidade na condução. É importante ter uma visão realista da autoconfiança porque o excesso de confiança pode resultar, em insegurança rodoviária.

O comportamento e a atitude dos condutores em relação aos congestionamentos podem variar bastante, dependendo da situação específica, da personalidade do condutor e do contexto cultural. No entanto, existem algumas tendências comuns que podem ser observadas.

Alguns condutores adotam comportamentos agressivos e imprudentes durante o congestionamento, como apitar excessivamente, mudar de faixa de maneira brusca ou até mesmo realizar ultrapassagens perigosas. Essas atitudes podem ser motivadas pelo desejo de "avançar" no trânsito e chegar ao destino mais rapidamente, mas também podem contribuir para agravar ainda mais o congestionamento e aumentar o risco de acidentes.

Alguns comportamentos dos condutores que podem contribuir para o congestionamento como se referido em (Valera, 2018), são:

1. Estacionamento inadequado: Quando os condutores estacionam seus veículos em locais proibidos, como faixas de trânsito, áreas de embarque e desembarque ou bloqueando vias estreitas, isso pode causar congestionamento. Isso impede o fluxo livre do tráfico e pode resultar em bloqueios.
2. Desrespeito às regras de trânsito: Quando os condutores não respeitam as regras de trânsito, como ultrapassar em locais proibidos, não respeitar a sinalização de trânsito ou não dar prioridade corretamente, isso pode levar a atrasos e interrupções no fluxo do tráfego, resultando em congestionamento.
3. Uso excessivo de buzina: O uso excessivo e desnecessário de buzina por parte dos condutores pode criar um ambiente de trânsito caótico e contribuir para o

engarrafamento. Buzinar frequentemente, sem motivo válido, pode aumentar o estresse e a tensão entre os condutores, levando a situações de tráfego congestionado.

4. **Condução agressiva:** Comportamentos agressivos, como acelerações bruscas, frenagens repentinas, mudanças rápidas de faixa e disputas por espaço no trânsito, podem levar a colisões e interrupções no fluxo de tráfego, causando engarrafamento.
5. **Falta de respeito aos cruzamentos:** Quando os condutores não respeitam a ordem correta de passagem em rotatórias, causam confusão e interrupções no tráfego.
6. **Uso inadequado de motocicletas:** O uso desordenado de motocicletas, como condução imprudente, ultrapassagens perigosas e ocupação excessiva de faixas de trânsito, pode contribuir para o congestionamento nas vias, especialmente em áreas urbanas.

Esses comportamentos dos condutores podem ter um impacto negativo no trânsito e contribuir para o engarrafamento. É importante que os condutores adotem comportamentos responsáveis, sigam as regras de trânsito e respeitem os outros utilizadores da via para ajudar a manter um fluxo de tráfego mais suave.

1.2.3. Rotas de Mikrolet

A localização das paragens de mikrolets deve ser realizada de forma a garantir que o transporte público seja acessível e conveniente para todos os passageiros. A decisão sobre a localização das paragens de mikrolets deve ser tomada com base numa análise detalhada de todos os fatores relevantes. Precisamos responder as seguintes perguntas:

- ❖ Onde localizar as Paragens de mikrolets?
- ❖ Qual a distância mínima e máxima entre duas paragens consecutivas?

Para a determinação das paragens de mikrolets é necessário definir alguns critérios.

Normalmente os mais utilizados são:

- ❖ **Procura de passageiros:** O principal critério é a taxa de procura de passageiros. As paragens devem ser localizadas em locais onde haja um grande número de pessoas que precisam utilizar o transporte público.

- ❖ **Acessibilidade:** As paragens devem ser facilmente acessíveis a todos os passageiros, incluindo pessoas com mobilidade reduzida.
- ❖ **Segurança:** As paragens devem ser localizadas em locais seguros, longe de tráfego intenso ou de zonas perigosas.
- ❖ **Intermodalidade:** As paragens devem estar localizadas próximas de outros modos de transporte, como autocarros, barcos, aeroportos etc.

Métodos de localização de paragens de mikrolets

As organizações de transportes europeias possuem diferentes padrões para o espaçamento entre as paragens de autocarro, sendo usual, verificar-se a existência entre duas a três paragens por cada quilómetro. Já nos Estados Unidos da América, são colocadas quatro a seis paragens por quilómetro (Relly, 1997). Segundo (Ammons, 2001) estudou a espaçamento padrão entre paragens de autocarro de diversas organizações de transportes e concluiu que estas distam entre 200 e 600 metros em meio urbano, contradizendo a distância padrão acima mencionada.

(Van Nes & Bovy, 2000) introduziram uma série de fórmulas optimizadoras para novas rotas. Com estas, estimaram o valor recomendado para duas cidades holandesas, chegando à conclusão que o espaçamento existente, entre 300 e 450 metros, deveria passar para 500 a 800 metros.

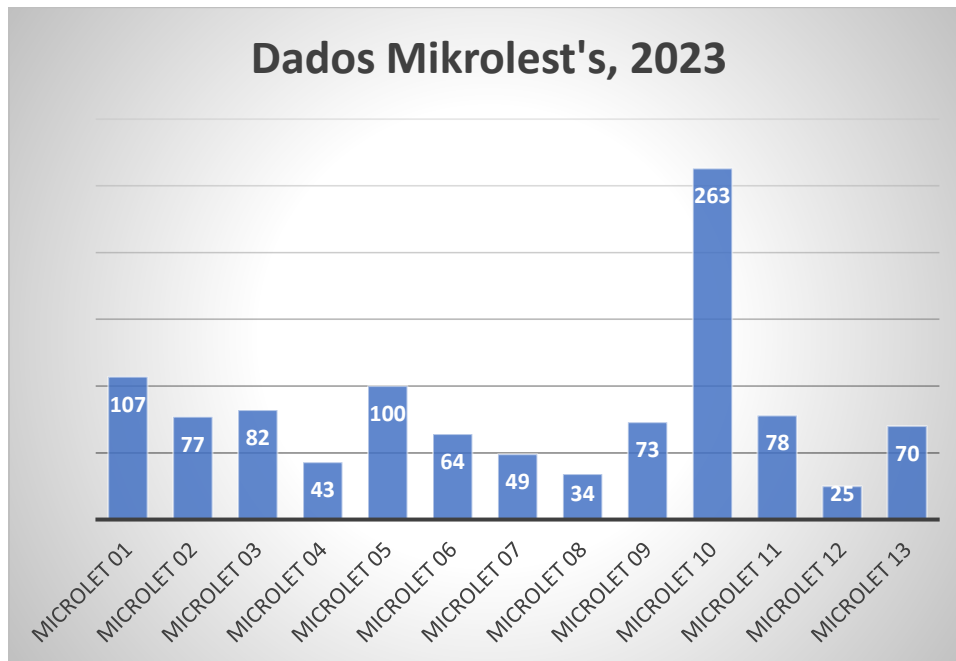
Existem vários métodos que podem ser utilizados para localizar paragens de mikrolets. Um método comum é utilizar dados de tráfego para identificar locais onde há um grande número de pessoas que precisam utilizar o transporte público. Outros métodos incluem a utilização de dados de censo ou de pesquisas de opinião para identificar locais onde há uma alta densidade populacional.

Rotas de Mikrolets

O Mikrolet é um dos transportes públicos em Díli, capital de Timor-Leste, que circulam na cidade, e numerados a de 01 até 13, cada um com a sua rota específica. Em seguida apresenta-se alguns detalhes sobre este meio de transporte. Segundo os dados da Direção Nacional Transportes e

Terrestres (DNTT) sobre os dados dos Mikrolets que circularam em Díli, como representa na seguinte figura:

Figura 1 Dados de Mikrolet, pelo DNTT



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Os detalhes de cada rota de Mikrolet pode ser consultada em <https://dilimicroletroutes.github.io/index.html#13/-8.5498/125.5615>

1.2.4. Impacto ambiental

O congestionamento e a poluição atmosférica são os dois principais problemas encontrados nas cidades modernas, especialmente nos países em desenvolvimento. A poluição é produzida pela emissão de gases, das quais os veículos são responsáveis por uma grande percentagem, excedem a capacidade de absorção e diluição da área, em que, a cidade está localizada. Portanto, é razoável esperar que políticas e medidas de transporte sejam adotadas para reduzir (i) o congestionamento nas cidades; e (ii) a poluição do ar (Bull, 2003, p. 151).

Os contaminantes atmosféricas podem ser classificados em dois grupos, as emissões atmosféricas com efeitos locais e regionais e as emissões com efeitos globais.

As emissões contaminantes atmosféricas com efeitos locais e regionais são compostas por: o material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio, óxidos nitrogenados (NO_x) e compostos orgânicos voláteis. Além disso, muitos metais pesados estão presentes no material particulado da atmosfera. Tudo isso, contribuem o seu impacto na saúde pública e os ambientes atmosféricos em geral. Enquanto que, as emissões com efeitos globais, são compostas por dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio troposférico (O₃).

Em geral todos os veículos produzem combustão que resulta na emissão de gases para o meio ambiente contribuindo assim para a má qualidade do ar que respiramos, quando ultrapassados os valores recomendado.

1.2.5. Otimização de semáforos

A engenharia de tráfego é um ramo da ciência que se concentra no estudo de gestão e controle de sistemas de transporte e tráfego para garantir a movimentação segura e eficiente de veículos e pedestres nas vias públicas. Ela aborda uma variedade de aspectos relacionados ao tráfego e à mobilidade urbana. Esta introdução irá abordar os principais conceitos e desafios relacionados à otimização dos semáforos, destacando sua importância e os benefícios que podem ser alcançados com uma gestão eficiente. Seguidamente apresentamos os principais conceitos que nos ajudarão a compreender melhor o funcionamento do tráfego e consequentemente atingir os objetivos que propusemos:

Um **semáforo** é um dispositivo luminoso de controle de tráfego que alterna ciclicamente e sequencialmente o direito de passagem de veículos e/ou pedestres em interseções de duas ou mais vias. É formado por três cores, verde indicando o direito de passagem, amarela significa atenção pois a seguir vem proibição de passagem e vermelho indica que os veículos devem para antes de entrar na interseção. Uma **Fase** é uma sequência completa de cores de um semáforo. **Ciclo** é o tempo total para completar a sequência de sinalização numa interseção. Por outras palavras é o somatório dos tempos de verde, vermelho, amarelo e vermelho total de uma interseção.

Estágio ou intervalo: é um dos vários períodos de tempo dentro de ciclo (M. LACORTT, 2013); **Período entreverdes:** é o intervalo de tempo entre o fim de uma fase e o início de outra; **Diagrama de estágio:** é uma representação esquemática que ilustra a sequência de movimentos permitidos e proibidos em um dado estágio e; **Diagrama de tempos:** é um diagrama que ilustra as mudanças dos estágios dentro de cada fase (Akishino, 2013).

Diagrama de Estágio

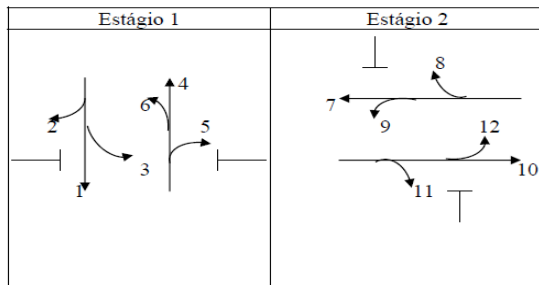
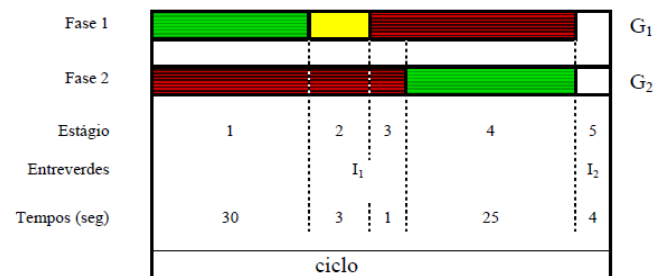


Diagrama de Tempos



Fonte: (Akishino, 2013)

Basicamente, regular um semáforo significa, i) determinar o tempo de ciclo ótimo da interseção; ii) calcular os tempos de verde necessários para cada fase, em função do ciclo ótimo adotado e; iii) calcular as defasagens entre os semáforos adjacentes, se necessário. Portanto, dentre vários métodos de cálculo com a finalidade de determinar os parâmetros de um plano de tráfego, para a operação de interseção em tempo fixo e nos modos isolados desenvolvidos para regulagem, adota-se o **Método de Webster** como técnicas padrões. Para a abordagem ampla deste método pode confirmar no estudo de (Akishino, 2013); (M. LACORTT, 2013)).

Os trabalhos de (Costa, 2021) e (Eric W. L. Gonzaga, 2015) trata-se a otimização de semáforo minimizando o atraso (delay) que os veículos gastam para percorrer o trecho em análise. Porém, (Costa, 2021) tendo abordar também os interesses conflitantes entre os veículos e peões, logo, na função objetivo considerando os atrasos médios de ambos ou seja uma problema de otimização das temporizações de semáforos em interseção para agilizar a passagem de veículos e peões. Neste estudo os autores fazem uma abordagem microscópica executadas na ferramenta SUMO (*Simulation of Urban Mobility*) com seguintes variáveis de decisão: os tempos de verde, o período de ciclo, e respetivamente atraso veicular e peões. Aplicando diversas Estratégia

Evolutiva (EE), o resultado indica que reduzir significativamente o atraso veicular e mantêm o atraso dos peões dentro dos limites dados pela literatura.

A abordagem microscópica tem maior fidelidade de representação, mas requer mais recursos computacionais pois são simulações. De acordo com (Eric W. L. Gonzaga, 2015), dependendo do uso de simulador de tráfego os resultados pode torna-se impossível em tempo real, logo, os autores propõem uma nova metodologia de otimização isto é, compor uma nova arquitetura de algoritmo de otimização, avaliar os delays a partir do modelo matemático e desenvolver um algoritmo genético (AG) para aplicação. Finalmente, concluíram que a ferramenta proposta, é adequada para realizar a programação semaforica em cenários reais ou seja o custo computacional é muito inferior ao simulador e o AG desenvolvido tornou o processo mais rápido enquanto o simulador.

Já no trabalho de (M. LACORTT, 2013) aborda-se dois modelos diferentes que visa minimizar o percurso veicular. No primeiro, a sua função objetivo é minimizar o Índice de Desempenho (ID) de um veículo que circula em uma rede semaforizada. Este modelo e desenvolvidos pelos autores considerando o modelo clássico de atraso (delay) do Webster e o modelo de determinação de número de paradas sofridas por um veículo exposto no Manual de Sinalização de Trânsito. Já no segundo, tem como o objetivo minimizar o tempo total de deslocamento de um veículo em uma rede semaforizada. Ambos os modelos deixando o tempo de verde ótimo como variável, e o tempo de ciclo e os demais tempos são obtidos por meio do diagrama de tempos expondo na literatura.

De seguinte, apresentamos os conceitos e expressões principais, ou seja, os parâmetros relacionados a regulagem de semáforo, especialmente no dimensionamento de semáforos isolados ao respeito do Método de Webster. Assim, segundo o (Akishino, 2013) define-se, a capacidade de uma aproximação sinalizada como sendo o número máximo de veículos que pode atravessar um cruzamento em um dado período de tempo. Neste conceito assume-se que a liberação de veículos da faixa de retenção ocorre na maior taxa possível, ou seja, a taxa de escoamento é igual ao fluxo de saturação (S), que refere-se ao número máximo de veículos que podem passar por um ponto específico de uma estrada ou via durante um período de tempo, geralmente em condições ideais e sem congestionamento. Em outras palavras, é a taxa máxima teórica de veículos que uma faixa de tráfego pode acomodar com eficiência, mantendo uma velocidade razoável e sem grandes

atrasos. Já a capacidade de uma via interrompida por um semáforo é determinada pelo fluxo de saturação e pelo tempo de verde oferecido pelo semáforo que controla: quanto mais verde, mais veículos liberados; quanto menos verde, menos veículos librados. No entanto, define-se o fluxo de saturação como sendo o fluxo que seria obtido se houvesse uma fila de veículos na aproximação e a ela fossem dados 100% de tempo de verde do cruzamento (escoamento interrompido). Além disso, o fluxo de saturação de uma dada aproximação, pode ser estimado, de acordo com a equação 2.3. Normalmente, o fluxo de saturação é expresso em unidade de veículos por hora de tempo verde (veic/htv) e a capacidade de uma aproximação sinalizada (C_p), medida em veículos por hora. Para determinar estes parâmetros, aplica-se seguintes equações:

$$C_p = S \cdot \left(\frac{g_{ef}}{C} \right) \quad (2)$$

$$g_{ef} = (g + t_a) - I_i \quad (3)$$

$$S = 525L \quad (4)$$

onde: g : Tempo de verde normal; g_{ef} : Tempo de verde efectivo; t_a : Tempo de amarelo; C : Tempo de ciclo; I_i : Tempo perdido por fase; S : Fluxo de saturação; L : Lagura de aproximação.

De acordo com Manual de Semáforos, (DENATRAN, 1984), o tempo de verde efectivo é definido como o período de tempo de verde no qual ocorre o fluxo máximo de veículos (fluxo de saturação). Define-se ainda o tempo perdido ou tempo morto como o tempo que se perde em virtude das reacções dos motoristas no início e no fim do tempo de verde de uma dada fase e durante o qual não há fluxo.

Existem diversas formulas para a determinação do atraso (delay) veicular, dentre os quais, destaca-se nos trabalhos de (Eric W. L. Gonzaga, 2015); (Costa, 2021)) descritos nos parágrafos anteriores. Contudo, este estudo apresentamos a formula deduzida de Webster para o atraso médio total sofrido por um veículo (M. LACORTT, 2013); (Huizhen Zhang, 2021)), calculada pela seguinte equação:

$$d_m = \frac{C(1 - \lambda_i)^2}{2(1 - X_i \lambda_i)} + \frac{X_i^2}{2q_i(1 - X_i)} - 0,65 \left(\frac{C}{q_i^2} \right)^{\frac{1}{3}} X_i^{(2+5\lambda_i)} \quad (5)$$

em que: Atraso médio total sofrido por um veículo; C : Tempo de ciclo; λ_i : Relação entre o tempo de verde efetivo e o tempo de ciclo $\left(\frac{g_{efi}}{C}\right)$; X_i : Grau de saturação da aproximação; q_i : Procura ou fluxo veicular, que refere-se à taxa de veículos que passam por um ponto específico em uma estrada ou via durante um determinado período de tempo. Esse conceito é fundamental para o planejamento de tráfego, a gestão de estradas e a otimização de semáforos, pois ajuda a avaliar a eficiência do tráfego e a identificar possíveis congestionamentos.

O grau de saturação relaciona a procura veicular com a capacidade de aproximação para determinar o coeficiente que indica quanto a procura está próxima da capacidade, e é calculada pela seguinte equação:

$$X = \frac{q}{C_p} \quad (6)$$

Quando a procura é maior que a capacidade de atendimento da aproximação, o grau de saturação tem um valor superior a 1, isto significa existem veículos que chegam e não são atendidos, o que gera o congestionamento.

Outro parâmetro importante é a taxa de ocupação (y) de uma dada aproximação (corrente de tráfego), definido como sendo a relação entre a demanda veicular e o fluxo de saturação, é calculada pela seguinte equação:

$$y = \frac{q}{S} \quad (7)$$

O tempo de vermelho total (V_T) ou "Total Red Time" em inglês, é o período de tempo em que todas as luzes vermelhas em um semáforo ou sistema de controle de tráfego permanecem acesas simultaneamente, indicando que todos os movimentos de veículos e pedestres devem parar. Esse intervalo de tempo faz parte do ciclo completo do semáforo e serve para controlar a segurança e a fluidez do tráfego em uma interseção.

O tempo de vermelho total desempenha um papel fundamental na segurança viária, pois garante que todas as vias da interseção estejam desobstruídas antes de permitir que o tráfego de

outras direções prossiga. Também fornece uma pausa no movimento do tráfego para peões cruzarem com segurança a interseção.

O tempo efetivo de verde, muitas vezes referido como "EGT" (Effective Green Time), é um conceito relacionado à operação de semáforos em sistemas de controle de tráfego. Esse termo se refere ao período de tempo durante o qual um sinal de trânsito (geralmente um semáforo) exhibe uma luz verde para permitir que os veículos atravessem uma interseção específica.

O atraso aleatório, em um contexto de tráfego e controle de semáforos, refere-se ao atraso imprevisível e variável que os veículos enfrentam ao atravessar uma interseção. Esse tipo de atraso não pode ser totalmente controlado ou eliminado por meio do planejamento de tráfego ou da programação de semáforos, pois é causado por eventos aleatórios, como o comportamento errático dos motoristas, atrasos na reação a sinais de trânsito, condições meteorológicas adversas, acidentes, entre outros fatores imprevisíveis.

O atraso aleatório é importante de se considerar ao projetar sistemas de controle de tráfego e ao otimizar semáforos, pois pode afetar a eficiência do tráfego e a previsibilidade do tempo de viagem. Além disso, o atraso aleatório pode variar de maneira significativa de um dia para o outro e de uma hora para outra, tornando-o difícil de prever e gerir.

O atraso uniforme, é o atraso que os veículos enfrentam em uma interseção que é relativamente constante e previsível. Diferentemente do atraso aleatório, que varia imprevisivelmente devido a eventos não controláveis, o atraso uniforme ocorre de maneira consistente e regular de acordo com o tempo e as condições de tráfego.

A redução do atraso uniforme contribui para um sistema de tráfego mais eficiente, economia de combustível e menor impacto ambiental, além de proporcionar uma experiência de condução mais agradável para os motoristas.

O tempo perdido, em uma interseção semaforizada, refere-se ao período de tempo durante o ciclo do semáforo em que nenhum veículo ou piões consegue atravessar a interseção, mesmo quando não há tráfego vindo de outras direções. Em outras palavras, é o tempo em que a interseção fica inutilizada, causando atrasos desnecessários para todos os utilizadores da via, sem qualquer benefício.

Modelo Matemático para Otimização dos Semáforos

Nesta secção apresenta-se um modelo matemático que será analisado e aplicado aos semáforos em Díli. O referido modelo terá em conta os conceitos descritos anteriormente. Assumiu-se que o tempo de verde não deve ser inferior a 15 segundos.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{n_c} \left[\frac{C(1 - \lambda n_i)^2}{2(1 - X_i \lambda n_i)} + \frac{X_i^2}{4(1 - X_i)} + k \frac{1 - \frac{g_i}{C}}{1 - \frac{q}{S}} \right] \quad (8)$$

$$\text{s.a.} \quad \max\{15, T_p\} \leq g_i \leq C \quad (9)$$

$$g_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n_c \text{ e Inteiro} \quad (10)$$

A função objetivo (8) visa minimizar o atraso uniforme, aleatório e o número de paragens, que vem a multiplicar pelo fator de penalização de paragens. As restrições 9) garantam que o tempo de verde em cada fase deve ser menor que o tempo de Ciclo (C) e maior que o tempo perdido (T_p). Finalmente as restrições (10) dizem que os tempos de verde em cada fase é maior do que zero e assumam valores inteiros. O modelo de otimização apresentado é não linear pois na função objetivo temos quocientes que envolve o variável tempo verde (g) o que torna mais difícil a sua resolução. Ao assumirmos que o tempo de verde deve ser inteiro, o problema passa a ser combinatório.

A expressão que define o atraso uniforme na função objetivo é dada por $AU_i = \frac{C(1 - \lambda n_i)}{2(1 - X_i \lambda n_i)}$, onde onde, λn_i relaciona o tempo de verde normal (g) e o tempo de ciclo (C) e X_i é o grau de saturação na aproximação i. O atraso aleatório na aproximação i é dado por $AL_i = \frac{X_i^2}{4(1 - X_i)}$ e o número de paragens é obtido pela equação $P_i = k \frac{1 - \frac{g_i}{C}}{1 - \frac{q}{S}}$.

Assim o modelo de otimização para os semáforos pode ser escrito de forma simplificada, por:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{n_c} [AU_i + AL_i + kP_i] \quad (11)$$

$$\text{s.a.} \quad \max\{15, T_p\} \leq g_i \leq C \quad (12)$$

$$g_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n_c \text{ e Inteiro} \quad (13)$$

1.3. Descrição do problema

De acordo com as informações colocado na introdução, devido a questões de tempo, não serão abordados todos os pontos apresentados, mas sim aqueles que consideramos exequíveis durante o período de tempo definido. Sendo assim, consideramos os seguintes pontos que trabalhar ao longo desta pesquisa:

- a) Estudar a sinalização e otimizar os tempos de utilização dos semáforos.
- b) Analisar o comportamento dos condutores.
- c) Estudar as rotas dos transportes públicos (Mikrolet), identificar e propor número das paragens do Mikrolet.
- d) Analisar o impacto ambiental do congestionamento

1.4. Formulação Hipótese

A formulação hipótese nesta pesquisa especificado ao análise do comportamento dos condutores como seguintes:

❖ Hipótese Nula (H_0)

- H_{01} : A idade não influencia o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento.
- H_{02} : A nível escolaridade não influencia o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento.
- H_{03} : A experiência de conduzir mais de dois anos não influencia o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento.

❖ Hipótese Alternativa (H_a)

- H_{a1} : A idade influencia o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento.
- H_{a2} : A nível escolaridade influencia o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento.
- H_{a3} : A experiência de conduzir mais de dois anos influencia o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é elaborar um estudo interdisciplinar que visa diagnosticar os problemas no trânsito na capital, os impactos económicos, ambientais e na qualidade de vida dos cidadãos, e apresentar soluções que visam diminuir (i) o congestionamento; (ii) o tempo de estacionamento; (iii) o número de acidentes (feridos e mortes); (iv) os custos com combustíveis; (v) a poluição; para melhorar a mobilidade do trânsito na cidade de Díli.

1.5.2. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral acima referido, os pesquisadores especificar os seguintes casos:

- Levantar o número de veículos existente em Díli
- Levantar o número de semáforos e regular o seu funcionamento, proporcionando um bom desempenho do tráfego em termos de fluidez e segurança;
- Estudar o comportamento dos condutores na cidade e propor melhorias;
- Analisar a sinistralidade em Díli e o seu impacto Ambiental e saúde;

1.6. Importância de pesquisa

Espera-se que os resultados do estudo tragam informações científicas sobre a questão do problema de congestionamento rodoviário e seus impactos, em Díli, Timor-Leste, da seguinte forma:

- A interdisciplinaridade do projeto é algo estimulante, pois envolve vários problemas de diferentes áreas a saber: (i) Estatística; (ii) Otimização (iii) Meio ambiente; (iv) inovação tecnológica etc.
- Para o Ministério da transporte e telecomunicação, o ministério do plano e ordenamento do território de Timor-Leste, o ministério das obras publicas e o município de Díli, podem contribuir para o desenvolvimento de programas de desenvolvimento de infraestruturas e melhorias no sistemas circulação rodoviária em Timor-Leste, especialmente nas grandes cidades urbanos como município de Díli.

- O INCT como uma referência ou documentos credíveis no âmbito do fornecimento de dados ao governo ou estado para contribuir ao desenvolvimento do país.

1.7. Organização de trabalho

Esta pesquisa será desenvolvida em quatro partes. Na primeira parte efetuou-se a introdução da pesquisa: é constituído pela contextualização, enquadramento teórico, discricção do problema, justificação do problema, objetivo, importância de pesquisa, organização do trabalho e local geográfica de pesquisa. Na segunda parte foca-se na metodologia de investigação. A terceira parte ilustra aplicações e análises de dados reais sobre o problema rodoviária e seus impactos em Dili. E finalmente na última parte faz-se uma análise dos resultados encontrados, as principais conclusões, bem como algumas recomendações.

1.8. Local geográfico de pesquisa

A pesquisa foi realizada no município de Dili em Timor-Leste. A cidade de Díli é o capital do país, localizada na costa norte. Faz fronteira com o município de Manatuto (leste), Município Aileu (sul), Município de Liquiça (oeste) e a norte com o Mar de Sevu. O município referido possui cinco posto administrativos: Vera Cruz, Nain feto, Metinaro, Dom Aleixo e Cristo Rei, e incluindo 28 sucos.

Demograficamente, Díli com total população 324,738 e uma densidade populacional 1,427 para uma área 227.57 km^2 (Timor-Leste Population and Housing Census 2022 Main Report, 2023).

O clima de Município de Díli é mesmo com outros municípios em Timor-Leste, portanto o clima de tempo seca e chuva. A época de seca a partir do mês de julho até setembro e a época de chuva a partir do mês novembro até junho, e suas temperaturas varia entre 25°C e 32°C .

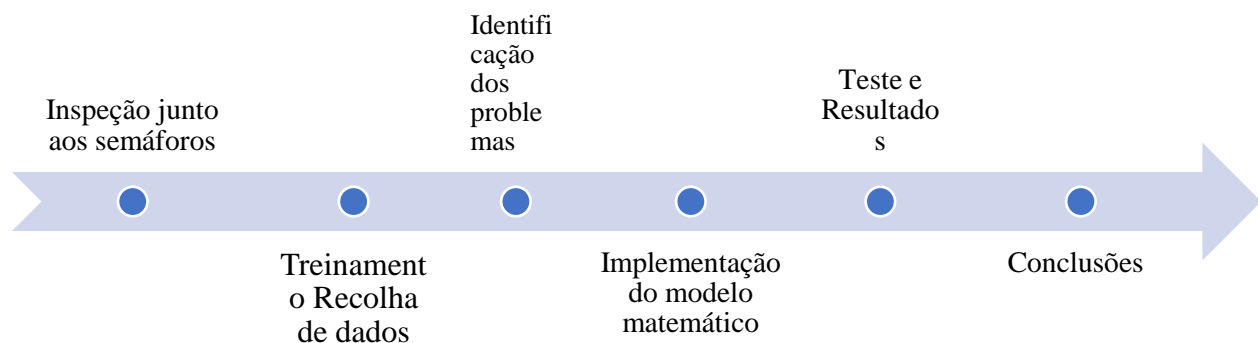
Esta pesquisa realizada durante cinco meses entre o mês de junho e dezembro e sua calendarização esta em anexo.

2. Metodologia de investigação

2.1. Área de concentração de pesquisa

2.1.1. Otimização dos semáforos.

A otimização dos semáforos requer uma metodologia cuidadosa e abrangente para garantir que os sistemas de controle de tráfego sejam configurados de maneira eficaz e eficiente. Seguidamente apresentamos a metodologia que vai ser seguida para otimizar os semáforos:



Para seguir a metodologia apresentada no diagrama devemos seguir os seguintes passos:

Passo 1 - Coleta de Dados e Análise Inicial: Antes de iniciar a recolha dos resultados, estuda-se os conceitos ligados aos semáforos.

Passo 2: Iniciar o treinamento dos nossos enumeradores para que os dados recolhidos sejam o mais real possível e coerentes. Após o treinamento juntos dos semáforos e uma análise dos dados recolhidos e sua validação, é o momento de passar para o passo seguinte;

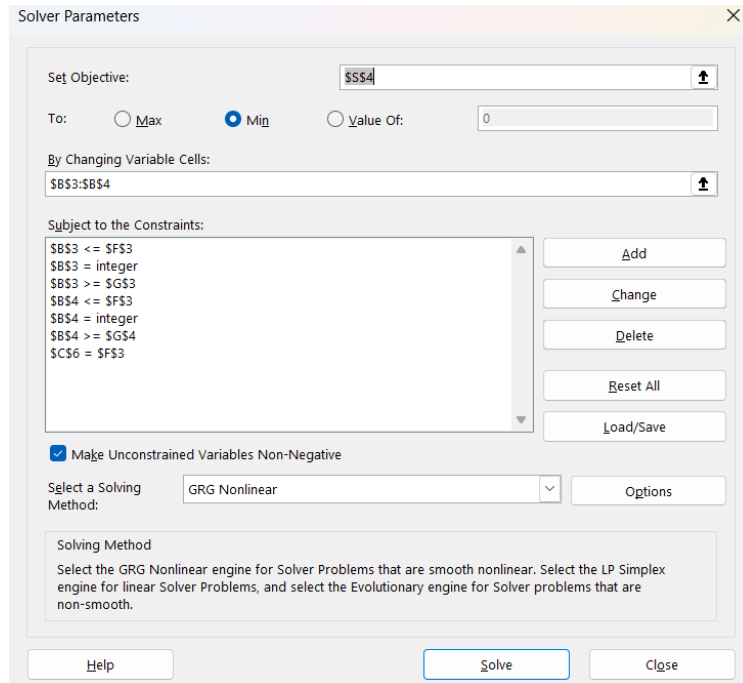
Passo 3 – Levantamento e validação dos dados: Tempo de verde de cada fase; Tempo de Vermelho Total; Tempo de Ciclo; Tempo de amarelo em cada fase; Tempo perdido; Fluxo de saturação e Fluxo veicular.

Passo 4 – Implementação do modelo matemático

Passo 5 – Resultados computacionais

Passo 6 – Conclusões e recomendações.

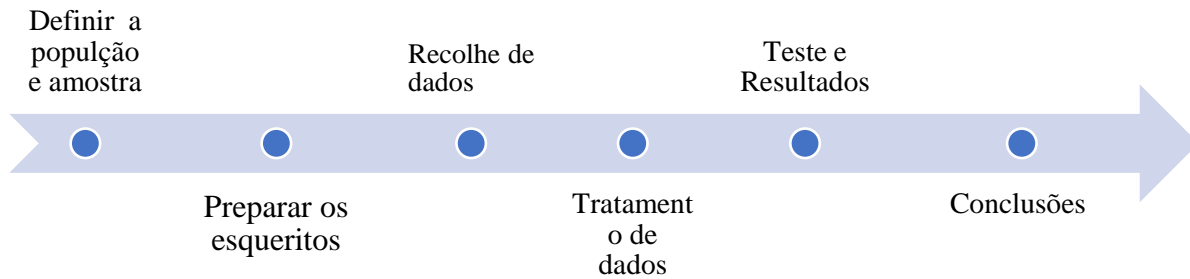
Não tendo acesso aos softwares profissionais para a sua resolução, e uma vez que, o problema para cada semáforo é pequeno, usou-se o suplemento *solver do Microsoft Excel 19.0*, método *GRG Nonlinear* para a sua resolução. O interfase do suplemento solver é apresentada na figura ..



A escolha dos indicadores de desempenho depende dos objetivos específicos da otimização dos semáforos e das condições locais. Otimizou-se o tempo de verde e como indicadores de desempenho escolheu-se o grau de saturação e o atraso uniforme. Estudou-se também a variação do tempo de ciclo e o seu impacto no atraso uniforme e no grau de saturação. Para verificar se o modelo matemático funciona bem, utilizou-se os dados de um exemplo citado por Beck (1999, p. 67) de uma rede constituída por três cruzamentos com semáforos e obteve-se os mesmos resultados que o software Transit 7F (software de simulação).

2.1.2. Comportamento dos condutores

Analisar o comportamento dos condutores requer uma metodologia cuidadosa e abrangente para garantir que os dados o sejam configurados de maneira eficaz e eficiente. Seguidamente apresentamos a metodologia que vai ser seguida:



Para seguir a metodologia apresentada no diagrama devemos seguir os seguintes passos:

a. População e amostra

Segundo (Martins, Junho 2005, p. 3) que a população é o conjunto de objetos, indivíduos ou resultados experimentais acerca do qual se pretende estudar alguma característica comum. Porém, (Dowdy, Weardon, & Chilko, 2004) afirmaram que uma população é comumente entendida como uma coleção natural, geográfica ou política de pessoas, animais, plantas ou objetos. Portanto a população que considerada nesta pesquisa são todos os condutores que circulam na cidade de Díli.

A amostra considerada nesta pesquisa são alguns partes dos condutores foram representados todos os condutores que circulam na cidade de Díli (Martins, Junho 2005). Pois, Díli é o capital do país de Timor-Leste, então ficou com todos os serviços de transportes e terrestres centralizado todo para Direção Nacional Transporte e Terrestres, e dificultando a obter dados fixos dos condutores especificado ao município de Dili. Assim, o parâmetro estatístico cuja determinação afeta o tamanho da amostra é a proporção populacional (p) é dada por:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{\varepsilon^2} \quad (14)$$

Onde

n = Número de indivíduos na amostra; $Z_{\alpha/2}$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado; p = Proporção populacional de indivíduos que pertence a categoria que estamos interessados em estudar; q = Proporção populacional de indivíduos que NÃO pertence à categoria que estamos interessados em estudar ($q = 1 - p$) e ε = Margem de erro ou erro máximo estimativa.

Como o p e q forem desconhecidos, substituímos $\mu_0 = 5\%$, obtendo a seguinte estimativa (LEVINE, 2000):

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot 0,25}{\varepsilon^2} \quad (15)$$

Assim, utilizamos a Equação 15 para determinar o tamanho da amostra. Sabemos que, para 95% de nível confiança teremos o valor crítico $(Z_{\alpha/2}) = 1,96$ conforme Tabela.

$$n = \frac{1.96^2 \times 0,25}{0.05^2} = 384.16 = 384$$

b. Tipo de dados

Os dados utilizados nesta pesquisa são seguintes tipo de dados

— Dados primários

Segundo (Tangkananan & Naknouvatim, 2011) os dados primários foram coletados para explorar os dados que respondem à questão estratégicas. Porém, afirmou também pelo (Gil, 1989, p. 124) o questionário como a técnica de investigação composta por um numero mais ou menos elevado de questão apresentadas por escritos às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crença, sentimentos, interesses, expectativas e etc. Portanto, os dados primários considerados nesta pesquisa são os dados coleta diretamente dos respondentes que coletados pelos pesquisadores para responder à questão de pesquisa através da entrevista.

— Dados secundários

Os dados secundários compostos por: os livros, as revistas, os artigos científicos, os dados que foram feitas numas instituições, e entre outras documentos que tem a relevância para suporta esta trabalho. Portanto, esse dado ajudaria a fornecer os dados gerais no contexto particular e obtidos a partir das instituições relevantes, a saber DNTT.

c. Variáveis observadas

As variáveis considerando como variáveis independentes (Idade, Nível escolaridade e experiência de condução mais de dois anos) e as variáveis dependentes considerado nesta pesquisa foram o comportamento e a atitude dos condutores.

d. Técnicas de recolha de dados

A técnica de coletar os dados nesta pesquisa através de questionário é feita dando um conjunto de perguntas relativamente os comportamentos dos condutores.

Assim, o questionário atribuído por meio de uma plataforma *KoboToolbox* é uma ferramenta de coleta de dados pode ser online e/ou offline e instalados nos telemóveis androids para puderam facilitar a fazer entrevista para a amostra da pesquisa.

A escala de mediação neste estudo usa uma escala intervalo (escala de Likert). Onde a resposta do respondente é limitada com a resposta alternativas que foram fornecidas para respostas com categorias de nível concordância sim ou não atribuídos a sua pontuação 0 e 1, enquanto as categorias com níveis de aceitação atitude atribuído a sua pontuação representada com seguinte tabela:

Categoria	Nunca (N)	Quase nunca (QN)	Ocasionalmente (O)	Muitas vezes (MV)	Frequentemente (F)	Sempre (S)
Escala	0	1	2	3	4	5

e. Análise de Dados

O método estatístico foi usando nesta pesquisa são análise estatística descritiva e Qui quadrado.

❖ Análise descritiva

A análise descritiva que é um método simples para descreve as informações sobre tudo o comportamento dos condutores, as atitudes e as experiências de conduzir em termos de tabela, gráfico de barra ou em termos de percentagens.

❖ Análise de Qui quadrado

A análise Qui quadrado é um método para analisar a associação entre as variáveis que influenciam o congestionamento na cidade do capital de Timor-Leste. Depois de obter o valor quadrado, procedendo à interpretação do valor p-value comparando com nível significância $\alpha = 5$. Se o %, $p - value < 0.05$ então aceita a hipótese H_0 , caso contrário rejeita H_0 . Para saber o tamanho de efeitos associação entre as variáveis através do valor de *Cremer's V* variado entre 0 e 1.

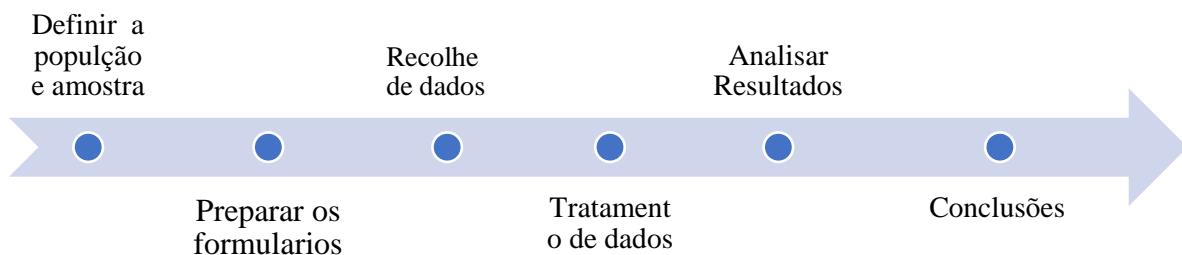
Onde:

Valor de Cremer's V	Justificação dos Efeitos
0	Não há associação entre as variáveis categóricas
0 a 0.1	Associação muito fraca
0.1 a 0.3	Associação fraca
0.3 a 0.5	Associação moderado
0.5 a 1.0	Associação forte.

Para a análise dos dados utilizou-se o software SPSS versão 20.0.

2.1.3. Analisar as paragens dos Mikrolets

Analisar o comportamento dos condutores requer uma metodologia cuidadosa e abrangente para garantir que os dados o sejam configurados de maneira eficaz e eficiente. Seguidamente apresentamos a metodologia que vai ser seguida:



Para seguir a metodologia apresentada no diagrama devemos seguir os seguintes passos:

❖ População e amostra

A população é dividida em clusters, onde cada cluster é representativo da população. Seleciona-se aleatoriamente um conjunto de clusters e a amostra é constituída por todos os elementos dos clusters selecionados (Martins, Junho 2005, p. 14).

Assim, a população são os conjuntos de rotas de Mikrolete de 01 até 013. Contudo, a amostra que foi considerado nesta pesquisa com técnica amostragem por cluster, de maneira que representar as populações das rotas de Mikrolet, e seleciona-se aleatoriamente um conjunto de clusters de rotas Mikrolet são quatro rostars isto é a rota de 01, 04, 09 e 010.

❖ **Técnica de coletar de dados**

As metodologias para coletar os dados através de preenchimento dos formulários e atribuídos por meio de uma plataforma *KoboToolbox*. A estrutura do formulário consta: Listar o ponto entrada/saída (isto é, o latitude e longitude e as horas), listar os totais passageiros que entra e os passageiros que saídas. Para encontrar o latitude e longitude, usamos a aplicação de camera *Timestamp Camera free* e instalado no telemóvel.

A duração de recolher de dados durante 14 dias uteis (ou a partir da segunda-feira até sexta-feira) entre os dias 10 até dia 21 de julho de 2023 e começando entre as 7h00 até 18h00. Portanto, o processo de coletar os dados como: preparação o formulário e recolha os dados detalhados sobre as paragens do Microlet. Isso incluindo as informações como localização geográfica (latitude e longitude), horário de chega e partidas, duração de paragens, números de passageiros embarcados/desembarcados.

❖ **Técnica de analise de dados**

Depois coletar os dados procedendo a analisar os resultados com seguintes passos:

- ❖ **Analise de fluxo de passageiros:** avalie a eficiência das paragens em termos de embarque e desembarque. Esta análise procede à análise descritiva para saber a média, o desvio padrão ou a percentagem dos passageiros embarque/desembarque.
- ❖ **Analise espacial:** Utilize ferramentas de analise espacial para visualizar a distribuição das paragens num mapa e identificar possíveis áreas devem ser uma paragem usando aplicação *Google Earth Pro*.

2.1.4. Impacto ambiental (poluição causada pela emissão de gases)

Para seguir a metodologia apresentada no diagrama devemos seguir os seguintes passos:

A determinação potência de poluição do monóxido de carbono no ambiente é com o método observação (*survei*) para obter dados no local de pesquisa, de maneira que vai fazer observação, medição e registrar os resultados dos fenómenos estudados, nomeadamente a concentração do monóxido de carbono medido por o aparelho *Carbon Monoxide Meter* e ano de fabrico dos veículos. A máquina *Carbon Monoxide Meter* é um equipamento para medir a

concentração o monóxido de carbono no local considerado com maior ou menor fluxo para avaliar a parte por milhão (ppm). Em seguida procedendo ao analisa estatística através do método de correlação.

Portanto, os dados obtidos através do mediador Monóxido de Carbono, nas ruas com horas de ponta ou de maior fluxo (i.e. Na segunda-feira até sexta-feira) da parte de manha as 7h00-9h00, parte meu dia as 12h00-13h00 e da tarde as 17h00-19h00. Enquanto nas horas de menor fluxo (i.e. no sábado e domingo) da parte de manha as 7h00-9h00, parte meio dia as 12h00-13h00 e da tarde as 17h00-19h00. Em seguida tabular os dados e comparado os valores de referência da organização mundial de saúde ou de outras instituições tais como a OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*).

3. Discussão dos resultados

3.1. Análise de dados de comportamento dos condutores

3.1.1 Características demográfica de amostra

❖ Sexo, idade e Nível escolaridade

A Tabela 1 mostra a classificação de idade em termos do sexo (masculino e feminino) dos respondentes que conduzem veículos. Observa-se que a maioria dos inquiridos têm idade entre 26 e 35 (52.08%) anos, seguidamente entre 16 e 25 (34.11%) são do sexo masculino, enquanto os restantes grupos de idades são menores.

Tabela 1 Classificação idade em termos de género masculino e feminino

Idade		Sexo		Total
		F	M	
>45	Frequência	0	12	12
	Percentagem	0.00%	3.13%	3.13%
16 a 25	Frequência	1	131	132
	Percentagem	0.26%	34.11%	34.38%
26 a 35	Frequência	2	200	202
	Percentagem	0.52%	52.08%	52.60%
36 a 45	Frequência	0	38	38
	Percentagem	0.00%	9.90%	9.90%
Total	Frequência	3	381	384
	Percentagem	0.8%	99.2%	100.0%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Em seguida foram avaliados os resultados (Tabela 2) sobre o nível escolaridade em relação ao sexo (masculino e feminino) dos respondentes e o resultado mostra que a maioria dos condutores têm apenas o ensino secundário (51.0%), seguido os com nível escolaridade Ensino Básico (15.6%) ; Ensino primário (14.8%); e a esmagadora maioria são do sexo masculino.

Tabela 2: Classificação de nível escolaridade em termos de género masculino e feminino

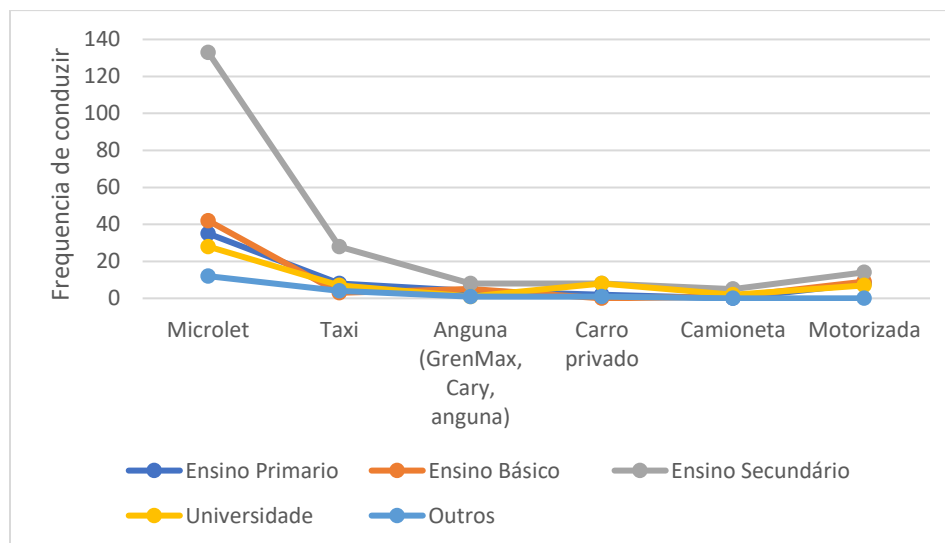
Sexo		Nível de Educação					Total
		Analfabeto	Ensino Primário	Ensino Básico	Ensino secundário	Ensino Superior	
F	Freq.	0	0	0	0	3	3
	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.78%	0.78%
M	Freq.	18	57	60	196	50	381
	%	4.69%	14.84%	15.63%	51.04%	13.02%	99.22%
Total	Freq.	18	57	60	196	53	384
	%	4.7%	14.8%	15.6%	51.0%	13.8%	100.0%
Valor Qui quadrado		$X^2 = 18.883; sig. = 0.001$					

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

❖ **Nível educação e tipos dos veículos a conduzir**

O resultado apresentado na figura 2, mostra a frequência do nível escolaridade dos inquiridos que conduziam cada tipo de veículo e verifica-se que, os respondentes com nível educação ensino secundário apresentam maior frequência de condução em todos os veículos, comparados com outros níveis do ensino, incluindo o ensino superior.

Figura 2: Classificação de nível escolaridade em termos de conduzir



Fonte: elaborado pelo autor, 2023

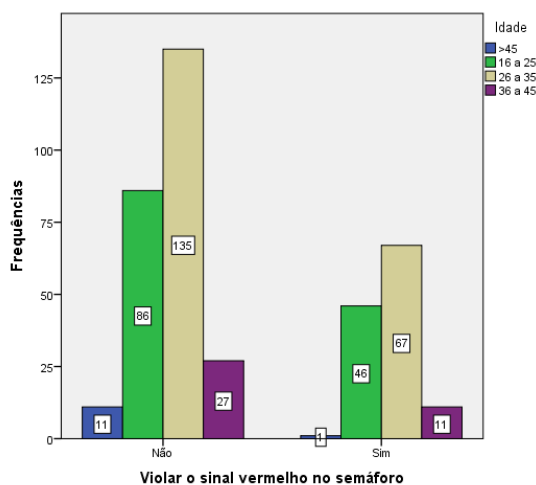
3.1.2. O comportamento dos condutores

a. Fator nível de idade VS comportamento do condutor

❖ Violar o sinal vermelho no semáforo

No gráfico 3, observou que a frequência de condutores que violam o sinal vermelho no semáforo é menor do que a frequência daqueles que o fazem, em todas as faixas etárias.

Figura 3: Idade vs Comportamento dos condutores violar o sinal vermelho no semáforo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Com base nos resultados da análise do teste estatístico qui-quadrado ($X^2(3) = 3.783$) e o nível de significância ($p - valor = 0,286 > 0.05$) conclui-se que rejeita-se a hipótese nula, que afirma que a idade não influencia o comportamento dos condutores em relação ao violar o sinal vermelho no semáforo. Confirma-se o relacionamento entre as variáveis, que o Valor de Cremer's V é igual a 0,099, indica uma associação muito fraca entre esses dois fatores. Em outras palavras, a idade não parece ter um impacto significativo no comportamento dos condutores em relação a essa infração.

Observação: No que respeita aos outros fatores ao comportamento dos condutores (usar telemóvel quando conduzir, conduzir em alta velocidade $> 45\text{km/h}$, violar o sinal de trânsito, conduzir conversando com outro condutor, mudar a faixa sem fazer o sinal e deixar as pessoas a passar as passadeira) as conclusões são idênticas ao caso anterior, pelo que, omitimos a apresentação de dados e comentários, remetendo as tabelas para o anexo.

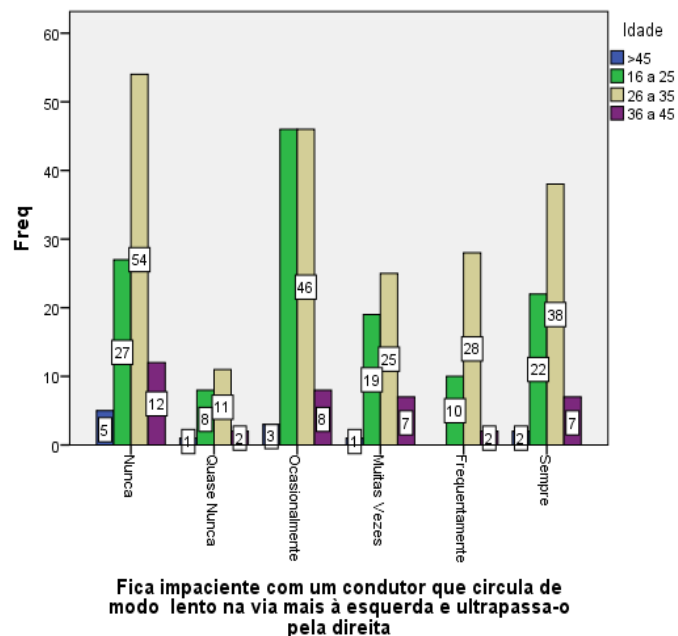
3.1.1.2. A atitude dos condutores

Fatores de idade VS atitude de condutores

- ❖ Fica impaciente com um condutor que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita

Na seguinte figura 4, mostrou a frequência de atitude dos condutores em relação de impaciência com um condutor que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita menor que a frequência os que tem paciência em todas faixas etárias.

Figura 4: Idade vs atitude impaciência com um condutor que circula de modo lento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

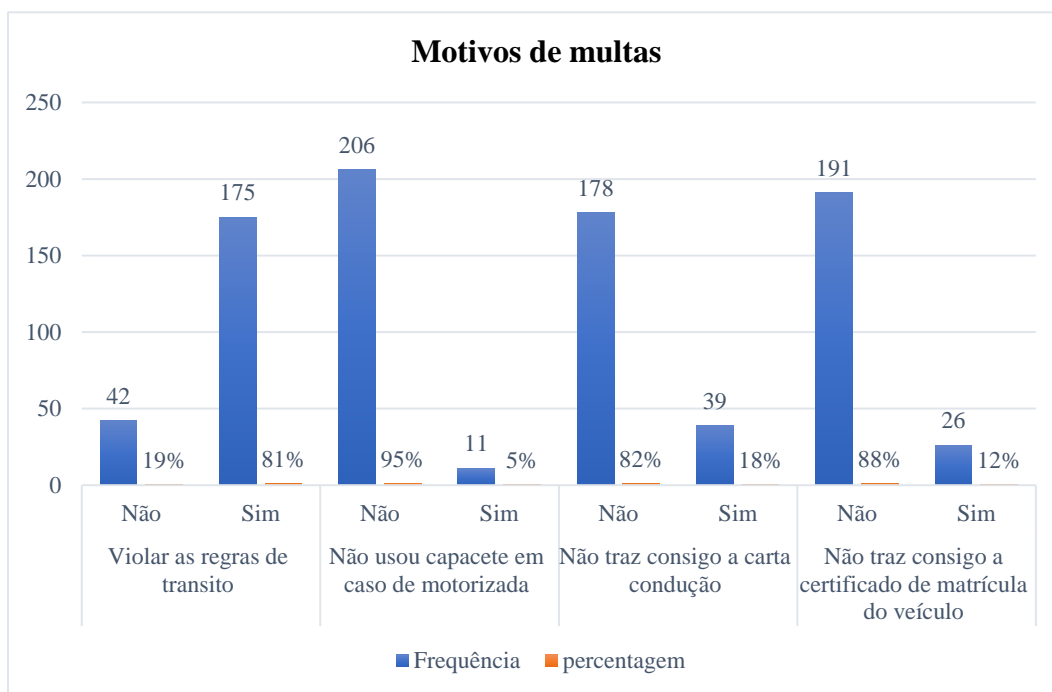
Alem de isso o teste estatístico Qui-quadrado ($X^2(15) = 15.263$), e o valor significância ($p. valor 0.433 > 0.005$ então não rejeita a hipótese nula, significa que a idade não influencia significativamente a atitude dos condutores em relação *impaciência com um condutor que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita*. Em seguida analisar a relação entre as duas variáveis através do valor de Cramer's V é igual 0.115 indica que existe associação muito fraca entre a idade e atitude dos condutores em relação à *impaciência com um condutor que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita*.

Observação: Analogamente aos comportamentos, nas atitudes (impaciente, distração, conduzir quando está com sono, bêbado ou cansado, ultrapassa um veículo pela esquerda e conduz com uma das mãos), no que respeita aos outros fatores as conclusões são idênticas ao caso anterior, pelo que, omitimos a apresentação de dados e comentários, remetendo as tabelas para o anexo.

a. Efeito de conduzir quando violar as regras da segurança rodoviário

O comportamento e a atitude dos condutores, além de contribuírem para os congestionamentos, podem implicar algumas tendências comuns, especialmente as infrações que podem ser observadas, como acidentes e multas por vários motivos. Os detalhes devem observar na figura 5 a seguir:

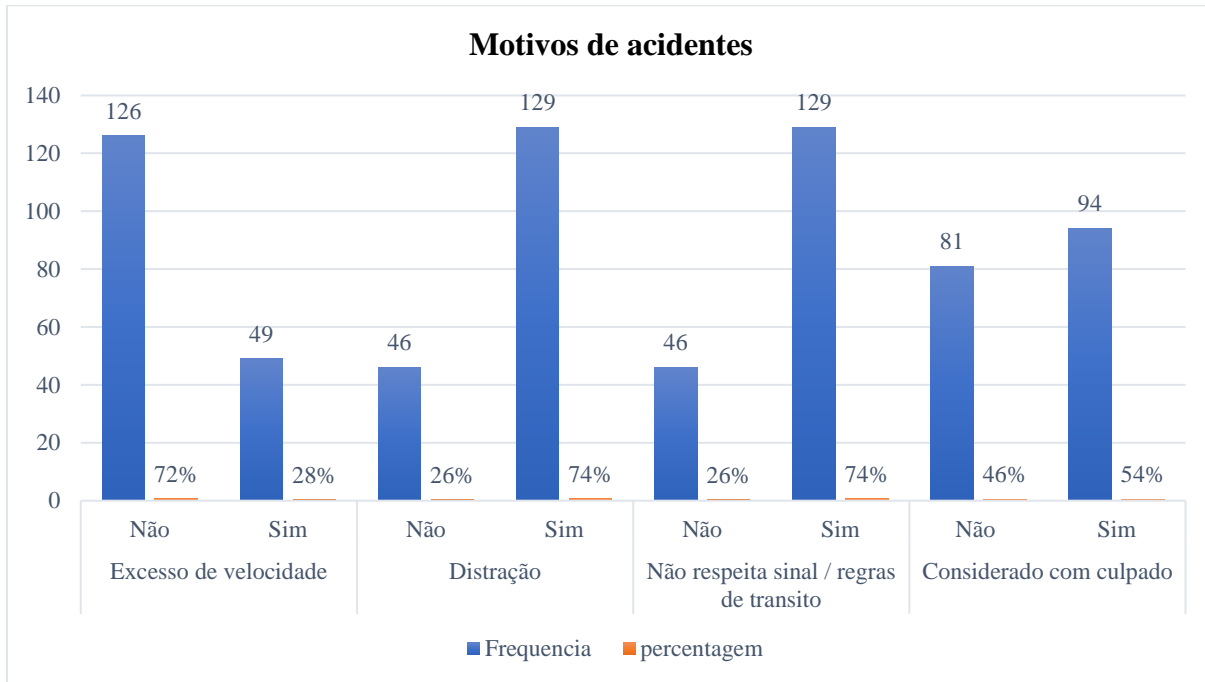
Figura 5: Motivos de multa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Relativamente às multas, na figura 6, mostrou que o motivo mais comum para multas é a violação das regras de trânsito, com cerca de 175 condutores multados. Em seguida, cerca de 39 condutores foram multados por não possuírem a carta de condução, aproximadamente 26 condutores receberam multas por não apresentarem os documentos do veículo e 11 pessoas foram multadas por não usarem capacete ao conduzir uma motocicleta.

Figura 6: Motivos de acidentes



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

No que respeita aos acidentes, no gráfico acima referido, mostra-se que os motivos mais comuns para os acidentes são a distração e a não observância de sinais ou regras de trânsito, com cerca de 129 acidentes atribuídos a esses motivos. Cerca de 49 acidentes foram causados pelo excesso de velocidade. Em relação ao número total de acidentes mencionado em cima, aproximadamente 94 deles tiveram os condutores como culpados.

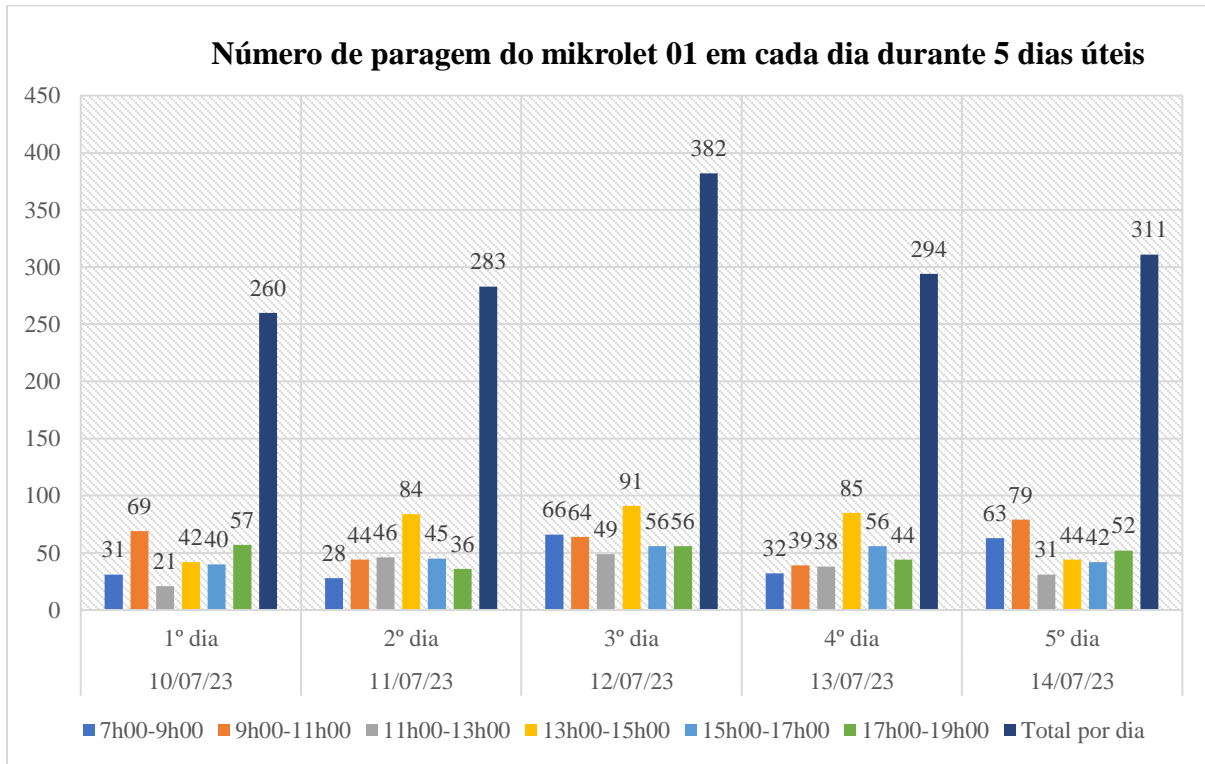
3.2. Rota de Mikrolets

3.2.1 Análise descritivas das paragens de Mikrolets

❖ Mikrolet 01

Na figura 7, conforme mostrado anteriormente, apresenta-se o número de paragens ao longo de 5 dias úteis, durante o horário de pico das 07h00 às 19h00. Durante esses dias, observou-se que o número de paragens atingiu seu pico máximo durante o horário de pico das 13h00 às 15h00, nos dias 2 a 4. Portanto, nos dias 1 e 5, o pico de frequência de paragens ocorreu das 09h00 às 11h00. Os padrões de variação nas outras horas de pico foram semelhantes.

Figura 7: As paragens do Mikrolet 01 em cinco dias



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
260	382	306.00	46.34

No resultado na tabela acima referida, apresenta-se uma análise estatística descritiva do número médio de paragens durante 5 dias úteis. Os resultados indicam que a média de paragens por dia útil ao longo dos 5 dias foi de aproximadamente 306 paragens. No entanto, é importante notar que houve uma variabilidade significativa nos números diários de paragens em relação a essa média. Isso é evidenciado pelo desvio padrão de 46.34, que indica que os valores de paragens variaram em torno da média de 306. Nos alguns dias, o número de paragens foi consideravelmente maior ou menor do que a média, refletindo a natureza variável dos dados. Os valores mínimos e máximos observados foram 260 e 382, respectivamente, indicando a amplitude das flutuações nos números de paragens ao longo desses 5 dias.

Observação: No que respeita as restantes rotas dos Mikrolets, a saber, 04, 09 e 10, os resultados são idênticos aos do 01, pelo que remetemos os detalhes para o anexo.

3.2.2. Análise espacial de rotas de Mikrolets

❖ Mikrolet 01

Conforme os resultado descritivo sobre as paragens dos Mikrolets caso do 01 indicou que a sua paragem em média por dia útil ao longo dos 5 dias foi de aproximadamente 306 paragens, em seguida analisamos as paragens e fixamos as paragens da rota de **Mikrolets 01**, em média 495.2m de distância de uma paragem a outra como se mostra na tabela abaixo:

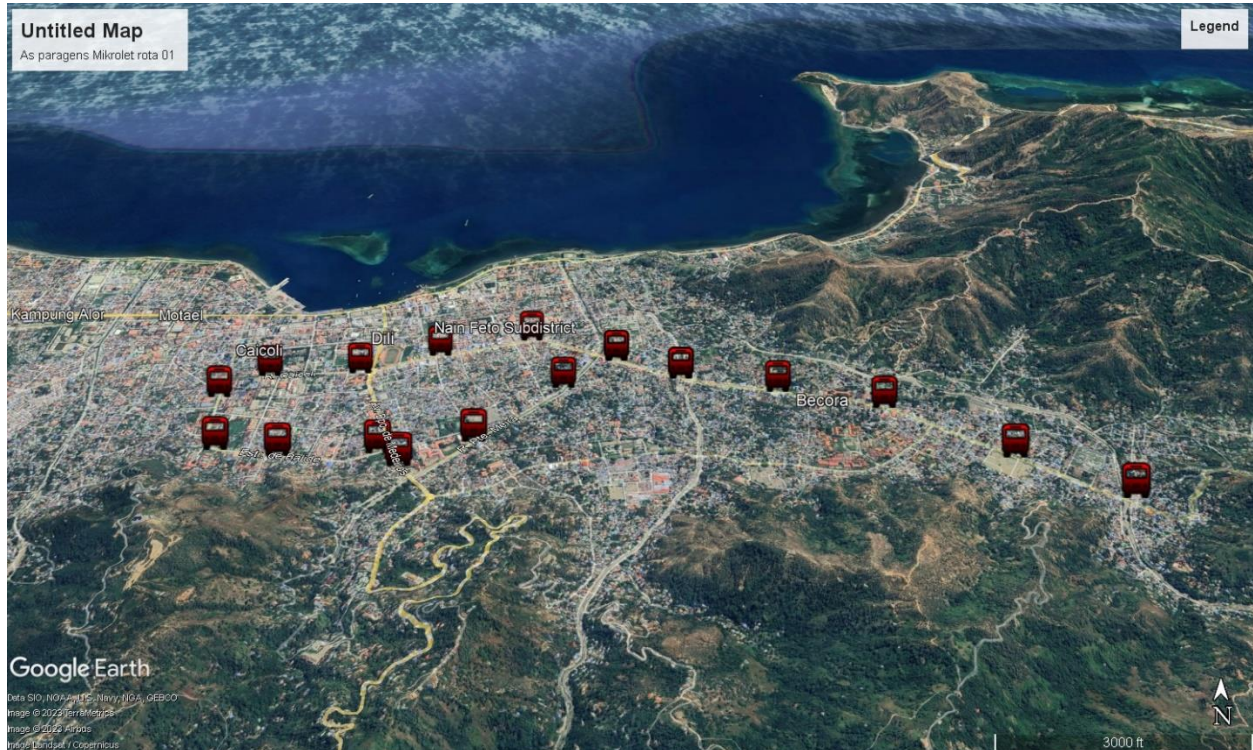
Tabela 3 Dados Latitude e longitude das paragens do Mikrolet 01

Pontos	Lat	Long	Distancia (metros)	Local
P1	-8.56932	125.61706	0.0	Terminal
P2	-8.566475	125.612309	610.7	Clínica de Becora
P3	-8.562641	125.606703	749.5	UNITAL
P4	-8.561217	125.601413	602.8	A frente do SOLS AHAA
P5	-8.560021	125.596385	568.6	Mercado de Becora
P6	-8.558422	125.59294	418.5	Sede Suco Kuluhun
P7	-8.560814	125.590179	403.6	EBC Bemori
P8	-8.565071	125.585947	663.8	Cruzamento de EPD
P9	-8.566828	125.582531	423.4	Igreja de Balide
P10	-8.565697	125.581806	148.9	Semáforo de Balide
P11	-8.565949	125.576438	590.9	Cristal
P12	-8.565472	125.573235	356.2	ESG 4 de setembro
P13	-8.561444	125.572221	461.6	BNCT obrigado Barak
P14	-8.55968	125.574412	310.6	Instituto Nacional Estatística de Timor-Leste
P15	-8.559442	125.579196	526.7	CCD
P16	-8.557937	125.583289	480.2	Audian Foho osan mean
P17	-8.556551	125.588199	561.5	Jacinto Plaza
P18	-8.558422	125.59294	561.3	Sede Suco Kuluhun
P19	-8.560021	125.596385	418.5	Mercado de Becora
P20	-8.561217	125.601413	568.6	A frente do SOLS AHAA
P21	-8.562641	125.606703	602.8	UNITAL
P22	-8.566475	125.612309	749.5	Clínica de Becora
P23	-8.56932	125.61706	610.7	Terminal

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

De acordo com os resultados na tabela 3 acima referida, podemos mostrar o mapa com as respectivas paragens, na figura seguinte.

Figura 8: Mapa de paragens do Mikrolet 01



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A localização das paragens de mikrolets é um fator importante para a eficiência e acessibilidade do transporte público em Díli. Paragens bem localizadas tornam o transporte público mais conveniente e acessível para os passageiros, o que pode oferecer várias vantagens para a capital, tais como:

- ❖ Aumento da acessibilidade, pois paragens bem localizadas tornam o transporte público mais conveniente e acessível para os passageiros, o que pode aumentar o número de utilizadores.
- ❖ Redução do congestionamento automóvel: O transporte público é uma alternativa ao transporte automóvel, o que pode ajudar a reduzir o congestionamento.

- ❖ Melhoria da qualidade do ar: O transporte público é uma forma de transporte mais limpa que o transporte automóvel, o que pode contribuir para a melhoria da qualidade do ar que respiramos. As restantes rotas 04, 09,10 encontram-se em anexo.

3.3 Resultados de impacto ambiental (Monóxido de carbono)

Em seguida, apresenta-se os resultados recolhidos numa amostra de 89 carros, na Direção Nacional de Transportes Terrestres divisão da Inspeção dos veículos (DNNT). A relação entre o ano de fabrico do carro e a emissão de monóxido de carbono é direta. Os dados recolhidos comprovem isso mesmo, pois o coeficiente de correlação entre o variável ano de fabrico e a quantidade de monóxido de carbono emitido é de $-0,593$, isto significa que quanto mais velho for o veículo, maior é a quantidade de monóxido emitido. Isso ocorre porque, ao longo dos anos, as leis ambientais têm se tornado mais rigorosas, exigindo que os fabricantes de automóveis reduzam as emissões de seus veículos. Além disso, os avanços tecnológicos na indústria automóvel têm permitido o desenvolvimento de motores mais eficientes, que queimam combustível de forma mais completa e produzem menos resíduos.

Tabela 4: Resultado de correlação do valor PPM e ano fabrico dos veículos

		Correlations	
		Valor PPM	Ano Fábrica
Valor PPM	Pearson Correlation	1	-.593**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	89	89
Ano Fábrica	Pearson Correlation	-.593**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	89	89

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

De acordo com um estudo realizado pela Agência Europeia do Ambiente, os carros produzidos após 2015 emitem, em média, 40% menos monóxido de carbono do que os carros produzidos antes de 2000. Os resultados apurados também mostram isso, sendo que a média de emissão dos carros produzidos depois de 2015 é de 103 PPM contra a média dos carros anteriores a 2016 que é de 323 PPM.

Mas o ano de fabrico não é a única variável que explica a emissão de resíduos. Outras variáveis tais como: (i) Tipo de combustível; (ii) Manutenção dos veículos; (iii) Acelerar e Travar bruscamente; (iv) Deixar o motor a trabalhar com o carro parado por mais de 30 segundos; são outras variáveis que podem contribuir para o aumento de emissão de resíduos. Os dados recolhidos não nos permite quantificar a contribuição percentual de cada uma das variáveis. O estudo realizado, ainda sugere que, os carros mais poluentes são: (i) Mikrolets 554 PPM; (ii) Suzuki 288 PPM; (iii) Daihatsu 259 PPM; (iv) Toyota 235 PPM.

Também foi recolhido amostras da quantidade de monóxido de carbono nas ruas, principalmente em horas de pico e em sitios de maior concentração de fluxo de carros. A tabela seguinte mostra alguns destes resultados.

Tabela 5: Dados PPM do Monoxido de Carbono nas ruas

Nº	Localização	Periodo	Media Valor PPM	data
1	EPD	07h59 - 08h15	14,0	09/10/2023
		12h50 - 13h15	15,4	
		17h45 - 18h15	12,8	
		07h59 - 08h15	17,3	10/10/2023
		12h50 - 13h15	17,1	
		17h59 - 18h00	11,3	
2	Kulu - hun	07h57 - 08h30	29,5	10/10/2023
		12h50 - 13h29	15,7	
		17h30 - 18h40	35,8	
		07h50 - 08h30	34,8	11/10/2023
		12h40 - 13h30	21,9	
		17h54 - 18h30	24,5	
3	Notariado	07h57 - 08h32	18,8	16/10/2023
		12h45	19,0	
		17h20 - 18h04	18,3	
		08h15 - 08h57	14,1	17/10/2023
		11h58 - 12h34	15,2	
		17h30 - 18h06	18,6	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A média global é de 19,7 PPM, que já é uma concentração considerada grande. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que a concentração de monóxido de carbono no ar não deve exceder 10 PPM.

Níveis de monóxido de carbono de 19,7 PPM podem causar sintomas como dor de cabeça, náusea, tontura e confusão. Sendo que em Kulu-hun a média é de 27 PPM, que já é um valor muito grande, sendo a EPD onde há menor concentração (14,7 PPM), seguido do notariado com um valor médio de 17,3 PPM. Em qualquer dos casos o valor é grande quando comparado com o valor recomendado pela OMS.

Caso, esteja exposto, a níveis elevados de monóxido de carbono, é importante procurar um local com ar fresco e tomar medidas para reduzir a exposição. As seguintes medidas podem ajudar a reduzir a exposição ao monóxido de carbono:

1. Mantenha os veículos em boas condições de funcionamento e a manutenção regular.
2. Não deixe veículos funcionando em ambientes fechados.
3. Instale detectores de monóxido de carbono em ambientes fechados.
4. Se você sentir sintomas de envenenamento por monóxido de carbono, procure atendimento médico imediatamente.

3.4 Resultados de Otimização dos semáforos

Com o objetivo de apresentar novos tempos para os semáforos aplicou-se o modelo de otimização aos semáforos da capital Díli. Segundo o último senso de 2022 a capital Díli tem cerca de 324 000 habitantes, com uma área total de 178,6 km^2 e uma frota de veículos de 24 050, (carros e motocicletas) , segundo dados da DNNTT, veículos inspecionados até Maio de 2023, o que mostra que a capital Díli tem um alto fluxo veicular.

Escolhemos os semáforos que estavam em funcionamento no momento e onde há grande fluxo veicular, a saber: Timor Plaza, Vaganza (UNTL), Ministério de Justiça, Kolmera e Balide. Seguidamente e após treinamento no terreno dos alunos, recolhemos os dados nos referidos semáforos durante uma semana, nos horários de pico 7h45-8h30; 12h15-13h e das 17h30-18h.

Tabela 6: Comparação entre resultados obtidos pelo Transyt 7F vs Solver do Excel (GRG Non Linear)

Comprimento dos intervalos (segundos)							
		Fase 1			Fase 2		
		verde	Amarelo	Vermelho total	verde	Amarelo	Vermelho total
Transyt 7F	Interseção 1	43	4	2	25	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2
Solver com k=10	Interseção 1	42	4	2	26	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2
Solver com k=20	Interseção 1	43	4	2	25	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2
Solver com k=30	Interseção 1	45	4	2	23	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2
Solver com k=40	Interseção 1	46	4	2	22	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2
Solver com k=50	Interseção 1	46	4	2	22	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2
Solver com k=60	Interseção 1	47	4	2	21	4	2
	Interseção 2	43	4	2	25	4	2
	Interseção 3	44	4	2	24	4	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A partir de uma amostra de dimensão 10, recolhemos os dados do fluxo de saturação e veicular, e fizemos a média. Nestes resultados preliminares utilizou-se como modelo o semáforo do ministério de justiça com 3 fases, o resultado é apresentado na tabela seguinte:

Tabela 7: Resultado de semáforo, do Ministério da Justiça

	Liceu		Caicoli		Quartel G PNTL	
Semáforo	S	q	S	q	S	q
Ministério Justiça	786	196	1901	546	1395	698

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

E o semáforo o de Balide com 4 fases o resultado é apresentados na tabela seguinte:

Tabela 8: Dados de semáforo de Balide

Semáforo	Hali-Laran		Centro-Chega		EPD		UNDIL	
	S	q	S	q	S	q	S	Q
Balide	1358	558	1149	342	748	306	1156	430

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Resultados Numéricos

Pretendendo obter novos tempos para os semáforos otimizados, aplicou-se o modelo de otimização implementado no Microsoft Excel 19 (suplemento solver), num computador portátil HP, com processador 11th Gen Intel(R) Core (TM) i7 – 1165 Gz, 8 GB de RAM. Relativamente ao parâmetro k chamado de **fator de penalidade**, a semelhança de outros trabalhos, conclui-se que a sua variação não tem influência significativa nos resultados de grau de saturação e de atraso uniforme pelo que se fixou este valor em 10. Seguidamente apresenta-se os tempos nos semáforos e os indicadores de desempenho como grau de saturação (x) e o atraso uniforme (AU) atuais versos resultados otimizados.

Tabela 9: Resultado otimizados do semáforo do ministério da justiça

Semáforo	Atuais				Otimizados			
	g	C	X	AU	g	C	X	AU
Liceu	20	112	1,39	50,34	15	112	1,86	55,96
Caicoli	30	112	1,07	42,11	32	112	1,01	40,08
Quartel G PNTL	39	112	1,43	47,61	45	112	1,25	40,11

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Onde, g representa o tempo de verde; C o tempo de Ciclo

Tabela 10: Resultado otimizados do semáforo de Balide

Semáforo	Atuais				Otimizados			
	g	C	X	AU	g	C	X	AU
HALI-LARAN	25	130	2,14	71,98	32	130	1,67	62,70
CENTRO CHEGA	22	130	1,76	63,87	15	130	2,58	72,42
EPD	28	130	1,89	67,72	32	130	1,66	62,52
UNDIL	25	130	1,93	67,52	23	130	2,10	70,12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Perante estes resultados, nota-se que houve melhorias no grau de saturação do semáforo. O ideal é que o grau de saturação seja inferior a 1, mas perante o alto fluxo veicular e o tempo de ciclo o modelo de otimização não é capaz de obter valores inferiores a 1. Outra vantagem que se pode ler é que o grau de saturação entre as duas fases com maior tráfego (Caicoli e Quartel General PNTL) foram melhores em relação aos valores atuais e tendem a ficar equilibrados proporcionando maiores condições de circulação nessas fases. Relativamente ao semáforo de Balide, parece que o modelo de otimização tende a priorizar o atraso uniforme em detrimento do grau de saturação.

Seguidamente estudou-se o impacto da variação dos tempos de ciclo nos índices de desempenho grau de saturação e atraso uniforme (Semáforo ministério da justiça). Os resultados são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 11: Variação dos tempos de ciclo nos índices de desempenho de semáforo do ministério de justiça.

Ciclo	g	X	AU
112	15	1,86	55,96
	32	1,01	40,08
	45	1,25	40,11
116	15	1,93	58,58
	33	1,01	41,66
	48	1,21	39,89
120	15	1,99	61,20
	34	1,01	43,23
	51	1,18	39,70

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Observa-se que aumentando o tempo de ciclo de 112 segundos para 116 melhora o índice de desempenho grau de saturação. Entretanto ao passar de 116 para 120 tal já não acontecesse, sugerindo que 116 segundos seja um tempo de ciclo ótimo. Ainda assim o grau de saturação continua ligeiramente acima de 1 nas fases mais críticas, significando que alguns veículos que chegam ao cruzamento não serão atendidos, provocando filas de espera. Por outro lado, o atraso uniforme tende a piorar com o aumento do tempo de ciclo, isto é, o número de paragens é maior e, por conseguinte, o tempo de espera quando o semáforo esta vermelho é maior. O tempo de ciclo de 116 segundos apresenta melhor resultados e equilíbrio entre o grau de saturação e o atraso uniforme. Dependendo do que se pretende pode-se optar por privilegiar o grau de saturação ou o atraso uniforme. Ganha-se por um lado e perde-se por outro.

4. Consideração finais

O congestionamento é um problema complexo que afeta as cidades de todo o mundo. Ele tem impacto negativos na economia, na saúde e na qualidade de vida das pessoas. O estudo do problema de congestionamento é importante para identificar as causas e as consequências desse fenômeno. A partir desse conhecimento, é possível desenvolver soluções para resolvê-lo ou minimizá-lo. Seguidamente apresentamos algumas conclusões.

4.1 Conclusão

O comportamento dos condutores no congestionamento é um fator importante que contribui para a extensão e a gravidade desse fenômeno do congestionamento. Os principais comportamentos que contribuem para o congestionamento são: (i) Pouca distância de segurança: essa prática reduz a distância de segurança entre os veículos, o que dificulta o fluxo do trânsito; (ii) Acelerar e travar bruscamente: essa prática também dificulta o fluxo do trânsito e aumenta o risco de acidentes. (iii) Usar o telemóvel enquanto conduz: essa prática reduz a atenção do condutor ao trânsito, o que aumenta o risco de acidentes. (iv) Não respeitar a sinalização: essa prática também aumenta o risco de acidentes e pode causar congestionamentos.

Além desses comportamentos, o estresse e a ansiedade também podem contribuir para o congestionamento. Quando os condutores estão estressados ou ansiosos, eles são mais propensos a cometer erros de direção, o que pode contribuir para a extensão e a gravidade do congestionamento.

No que diz respeito a análise de dados do comportamento e atitude dos condutores, usamos o teste estatístico de Qui-quadrado para analisar o relacionamento entre as variáveis independentes (Fator idade, nível escolaridade e experiência de condução) e o comportamento e atitudes dos condutores em relação ao congestionamento. Os resultados mostram que há relação entre as variáveis, mas a associação é muito fraca entre esses dois fatores, conforme confirmado pelo valor de χ^2 . Por outras palavras, a idade, nível escolaridade e experiência de condução não parece ter um impacto significativo no comportamento e atitude dos condutores em relação a

as infrações. Isto significa precisamente uma formação específica aos condutores e/ou para os candidatos a condutores possam saber as regras de segurança rodoviária.

Outro aspeto importante são as rotas de mikrolets. As rotas de Mikrolets são um importante meio de transporte público em Dili, e podem contribuir para a redução do congestionamento. No entanto, é importante que essas rotas sejam bem planeadas e que ofereçam um serviço de qualidade aos utilizadores.

Recolheu-se os resultados de número de paragens dos Mikrilet de 01, 04, 09 e 010, durante o horário de pico das 07h00 às 19h00 ao longo de 5 dias úteis. Durante esses dias, observou-se que o número de paragens em todas as horas de pico para as quatro rotas é em média maior do que 300 paragens por dia /Mikrolet. Por isso mesmo, as rotas de Mikrolets devem ser planeadas de forma a atender às necessidades dos utilizadores, considerando fatores como a localização dos pontos de paragens, as condições do tráfego e a procura por transporte público.

Analisou-se o impacto ambiental do congestionamento, a poluição é um problema ambiental sério que tem um impacto negativo na qualidade do ar, da água e da vida das pessoas. Também pode causar danos à saúde humana e ao meio ambiente. No que respeita a emissão de monóxido de carbono, concluímos que a quantidade emitida está acima dos valores recomendados pela OMS, pelo que é preciso medidas no sentido de reduzir a emissão para valores inferiores, e neste sentido apresentamos na secção seguinte algumas recomendações neste sentido.

Para além disso, neste trabalho aplicou-se um modelo de otimização para melhorar o desempenho dos semáforos. Os resultados encontrados são animadores e apresentaram melhorias significativas no desempenho dos semáforos e conseqüentemente na redução do congestionamento. Relativamente as medidas de desempenho grau de saturação e atraso uniforme quando variando os tempos de ciclo, são inversamente proporcionais, isto é, melhorando um piora o outro e vice-versa. Finalmente será analisado a possibilidade de os tempos de semáforos variarem ao longo do dia, pois o fluxo veicular e de saturação variam conforme o momento, manhã, meio dia ou a tarde.

4.2 Recomendação

Para mitigar o impacto dos comportamentos dos condutores no congestionamento, é importante conscientizar os motoristas sobre a importância de conduzir de forma segura e responsável. Isso pode ser feito por meio de campanhas educativas, de fiscalização e de punição aos infratores. O hábito da condução defensiva deve ser insentivada ao máximo.

Recomenda-se as instituições relevantes que analisam os seguintes pontos:

1. Criar as paragens obrigatório
2. Criar Escolas de condução
3. As rotas de Mikrolets devem ser eficientes, oferecendo um tempo de viagem razoável para os utilizadores e devem ser seguras, oferecendo um serviço de qualidade.
4. O número de paragens deve ser reduzido e os Mikrolets devem parar apenas nos pontos devidamente sinalizados.
5. Recomenda-se a utilização de sensores programáveis nos semáforos que possam receber os dados em tempos reais e mudar os tempos para facilitar a movimentação dos veículos.
6. A utilização de tecnologias e inteligência artificial é o futuro, e o uso das tecnologias é fundamental para reduzir o congestionamento.
7. Manter os veículos em boas condições de funcionamento: A manutenção regular do carro, incluindo a troca de óleo e filtros, pode ajudar a garantir que o motor esteja funcionando com eficiência e emitindo menos poluição.
8. Conduzir de forma econômica: A condução econômica, como evitar acelerações e travagens bruscas, pode ajudar a reduzir o consumo de combustível e as emissões de gases poluentes.
9. Implementação de uma cultura de condução defensiva.

Referencias

- Akishino, P. (2013). *Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Civil Estudos de Tráfego*. Paraná: Universidade Federal do Paraná (UFPR).
- Aleksander, R., & Pawel, C. (2020). Recent advances in traffic optimisation: systematic literature review of modern models, methods and algorithms. *The Institution of Engineering and Technology*.
- Ammons, D. N. (2001). *Municipal benchmarks: Assessing local performance and establishing Community standards*. 2ª edição.
- Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2010). *Linear Programming and Network Flows*. USA: Wiley.
- Bull, A. (2003). *Congestion. The Problem and how to deal with it*. Santiago, Chili: Alberto Bull.
- Bull, A. (2003). *TRAFFIC CONGESTION THE PROBLEM AND HOW TO IT*. Santiago, Chile.
- Costa, L. d. (2021). *Otimização de Semáforos para Tráfego de Terrestre com Estratégias Evolutivas*.
- DENATRAN. (1984). *MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO*. Brasília.
- Dowdy, S., Weardon, S., & Chilko, D. (2004). *STATISTICS FOR RESEARCH*. United States of America: THIRD EDITION.
- DOWNS, A. (2004). *Stil stuck in traffic: Coping with peak-hour congestion*. Washington, DC Brooking intuition press.
- Eric W. L. Gonzaga, P. E. (2015). *Otimização da Programação Semafórica em Tempo Real com Base em Modelagem Matemática*. SBIC.
- Gil, A. C. (1989). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social 2ª Edição*. ATLAS S.A.
- Golden, B., Raghavan, S., & Wasil, E. (2008). The Vehicle Routing Problem: Latest advances and new challenges. *Operations research / Computers Science Interface*.
- Huizhen Zhang, H. Y. (2021). Traffic Light Optimization Based on Modified Webster Function. *Hindawi*, 2-3.
- Lacortt, M. (2011). *Modelagem Matemática para Otimização do Tráfego Urbano SemafORIZADO*. Universidade de Passo Fundo - UPF, Passo Fundo, RS.
- Learn Driving; Driver Attitude and Responsibility*. (s.d.). Obtido de <https://learndriving.tips/starting-out/driver-attitude-and-responsibility/>.
- Lei, D. (2003). Decreto lei nº 6/2003 de 3 de abril sobre o código da estrada. *Jornal da República*.

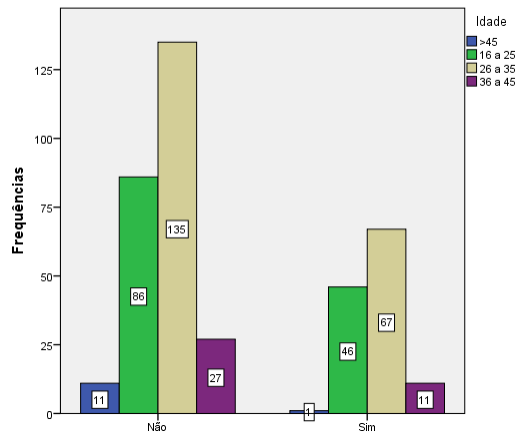
- LEVINE, D. M. (2000). *Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português*. Rio de Janeiro: TLC.
- M. LACORTT, M. K. (2013). Modelos Matemáticos para a Otimização do Tráfego Urbanos Semaforizado. *Tema*.
- Martins, M. E. (Junho 2005). *Introdução à probabilidade e à Estatística*. Departamento de Estatística e Investigação Operacional da FCUL, Sociedade Portuguesa de Estatística.
- Prata, D. F., Gonçalves, V. S., Júnior, E. R., & Neto, R. e. (2018). OS IMPACTOS CAUSADOS CONGESTIONAMENTO E de CRESCIMENTO DA FROTA DE VEÍCULOS NA CIDADE DE ITAPERUNA/RJ.
- Relly, J. M. (1997). Transit servisse desidn and operation in western European contries. *Transportation Research Record*.
- SCARINGELLA, R. S. (2001). A crise da mobilidade urbana em São Paulo. São Paulo em prespetiva.
- Stumpf, G. (18 de junho de 2018). *O ciclo vicioso dos congestionamentos e a qualidade do transporte público*. Obtido de <https://pt.linkedin.com/pulse/o-ciclo-vicioso-dos-congestionamentos-e-qualidade-do-p%C3%BAblico-stumpf>.
- Tangkananan, S., & Naknouvatim, T. (2011). The effective marketing strategies for yogurt. *Mälardalens Högskola*.
- Timor-Leste, G. o. (2023). *Timor-Leste Population and Housing Census 2022 Main Report*. Díli: Timor-Leste National Of Statistics (INETL).
- TODAY-DONE, T. S. (s.d.). *CHAPTER 4 – DRIVER ATTITUDE AND BEHAVIOR*. Obtido de <https://www.donetodaytrafficschool.com/topics/chapter-4-driver-attitude-and-behavior>.
- Valera, A. (8 de junho de 2018). *Circula Seguro*. Obtido de <https://www.circulaseguro.pt/quais-os-principais-erros-que-cometemos-a-conduzir-num-engarrafamento/>
- Van Nes, R., & Bovy, P. (2000). Importance of objectives in urban transit-network design, *Transportation Research Record*.
- Yamane, T. (1967). *Elementary Sampling Theory*. USA: Prentice Hall.

Anexos

Anexo 1: Comportamento dos condutores

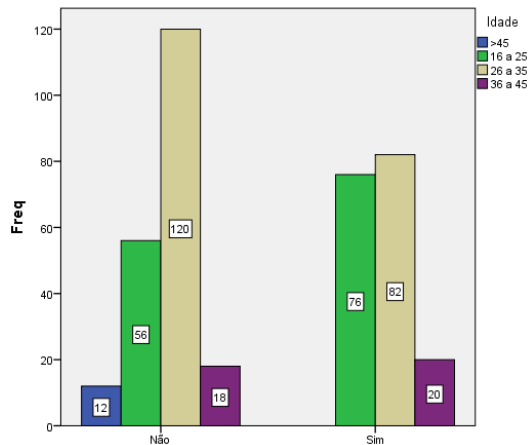
a. Fator idade VS comportamento do condutor

❖ Violar o sinal vermelho no semáforo



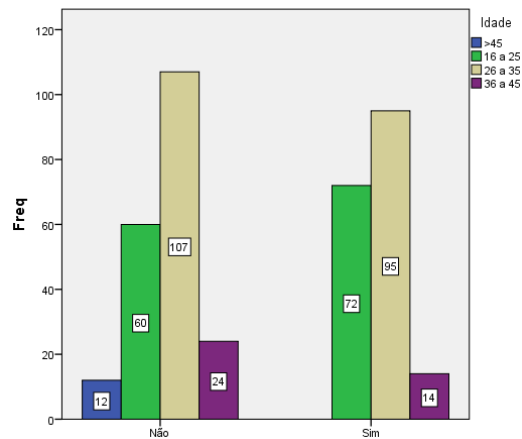
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 3.783$	$C = 0.099$
$Sig. = 0.286$	$Sig. = 0.286$

❖ Usar telemóvel enquanto a conduzir



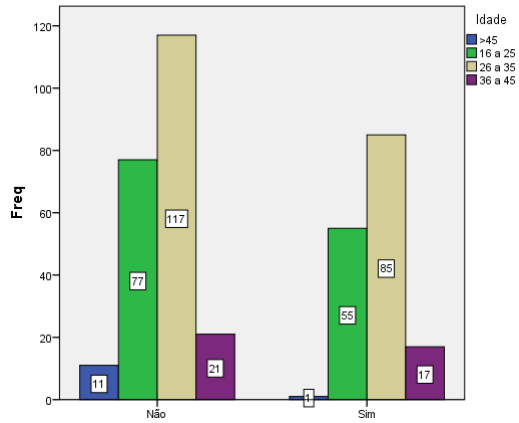
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 20.351$	$C = 0.230$
$Sig. = 0.000$	$Sig. = 0.000$

❖ Conduzir em alta velocidade > 45km/h



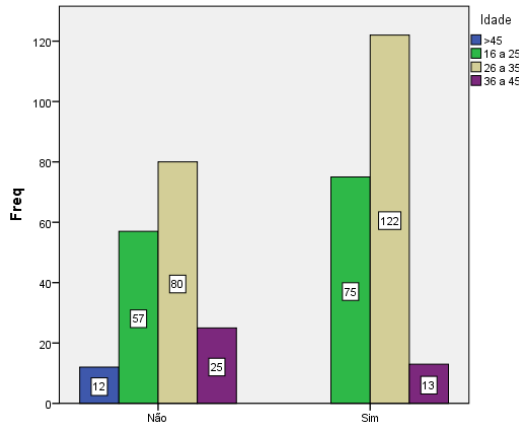
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 15.225$	$C = 0.199$
$Sig. = 0.002$	$Sig. = 0.002$

❖ \



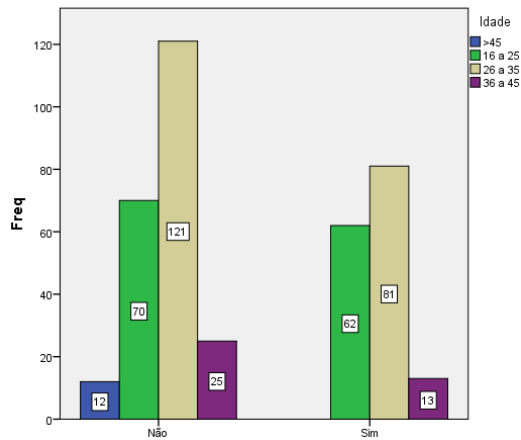
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 5.625$	$C = 0.121$
$Sig. = 0.131$	$Sig. = 0.131$

❖ **Conversar com outro condutor enquanto conduzir**



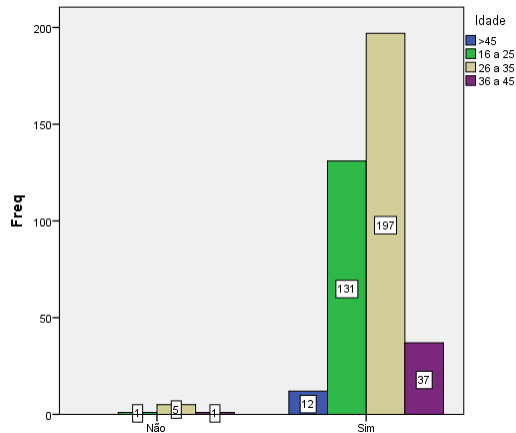
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 23.811$	$C = 0.249$
$Sig. = 0.000$	$Sig. = 0.000$

❖ **Mudar a faixa sem fazer sinal**



Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 11.085$	$C = 0.170$
$Sig. = 0.011$	$Sig. = 0.011$

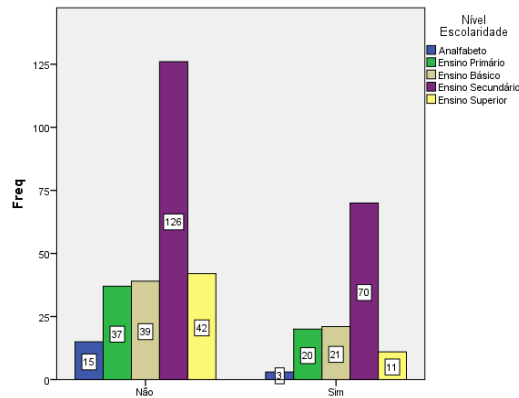
❖ **Costuma deixar as pessoas passar nas passadeiras**



Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(3) = 1.679$	$C = 0.066$
$Sig. = 0.642$	$Sig. = 0.642$

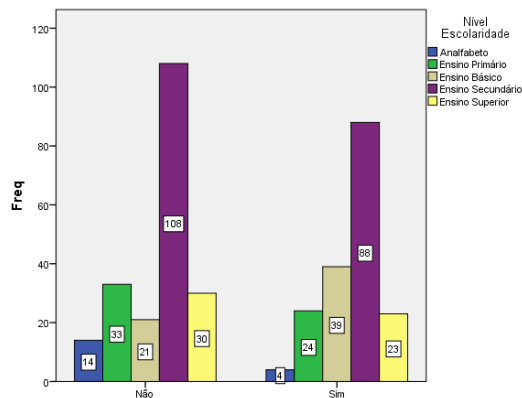
b. Fator nível de escolaridade VS comportamento do condutor

❖ **Violar o sinal vermelho no semáforo**



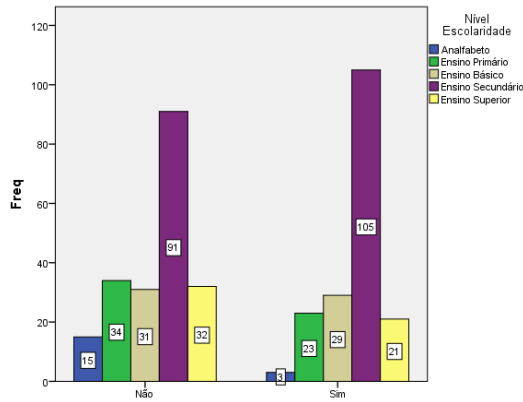
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(4) = 6.652$	$C = 0.132$
$Sig. = 0.155$	$Sig. = 0.155$

❖ **Usar telemóvel enquanto a conduzir**



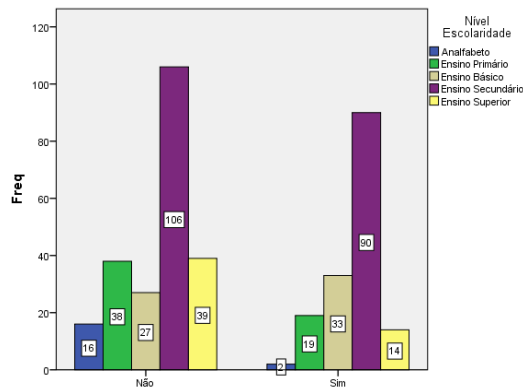
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(4) = 13.371$	$C = 0.187$
$Sig. = 0.10$	$Sig. = 0.10$

❖ **Conduzir em alta velocidade > 45km/h**



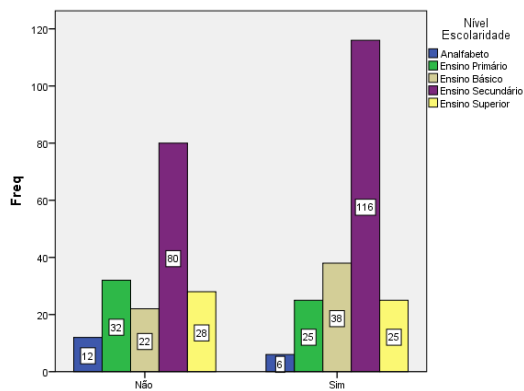
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(4) = 12.252$	$C = 0.179$
$Sig. = 0.016$	$Sig. = 0.016$

❖ **Violar sinal de transito**



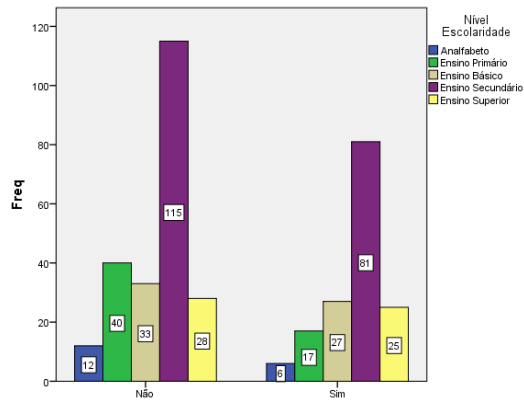
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(4) = 19.940$	$C = 0.225$
$Sig. = 0.001$	$Sig. = 0.001$

❖ **Conversar com outro condutor enquanto conduzir**



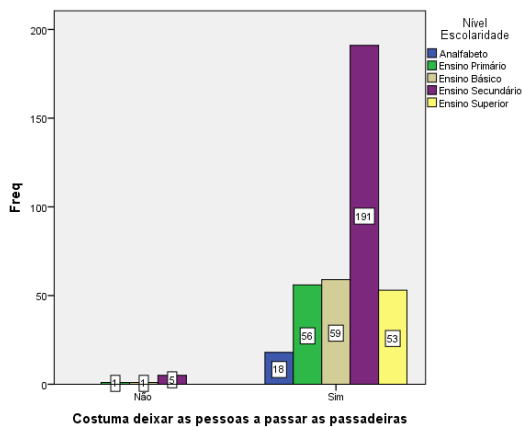
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(4) = 10.627$	$C = 0.166$
$Sig. = 0.031$	$Sig. = 0.031$

❖ Mudar a faixa sem fazer sinal



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(4) = 4.611$	$C = 0.110$
$Sig. = 0.330$	$Sig. = 0.330$

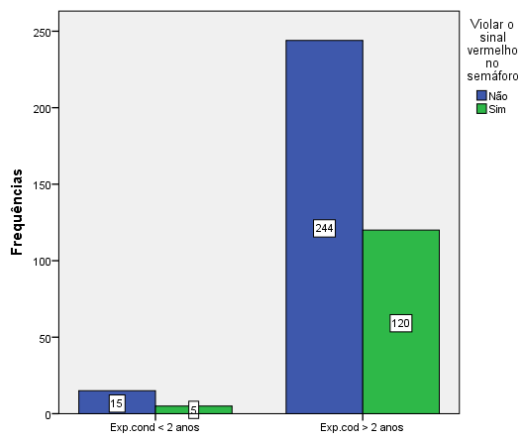
❖ Costuma deixar pessoas passar nas passadeiras



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(4) = 1.909$	$C = 0.070$
$Sig. = 0.753$	$Sig. = 0.753$

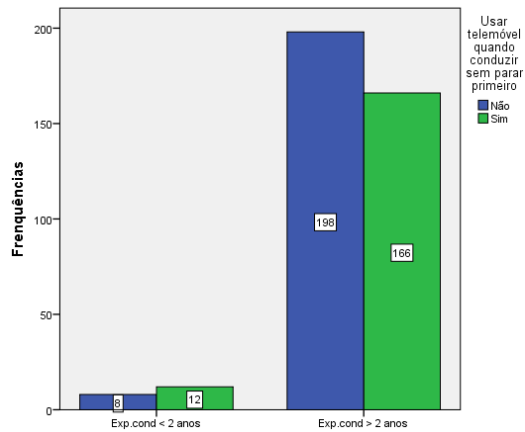
c. Fator de experiência de conduzir vs comportamento do condutor

❖ Violar o sinal vermelho no semáforo



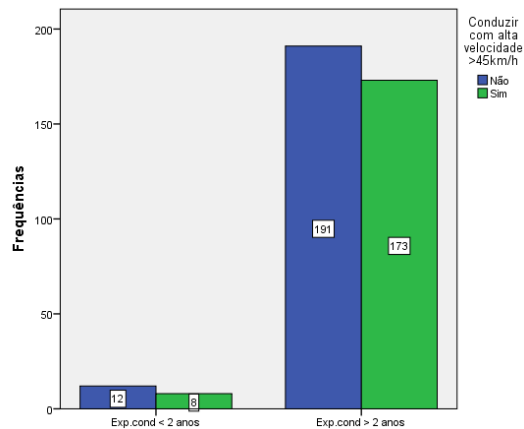
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 0.584$	$C = 0.038$
$Sig. = 0.459$	$Sig. = 0.459$

❖ Usar telemóvel enquanto conduzir



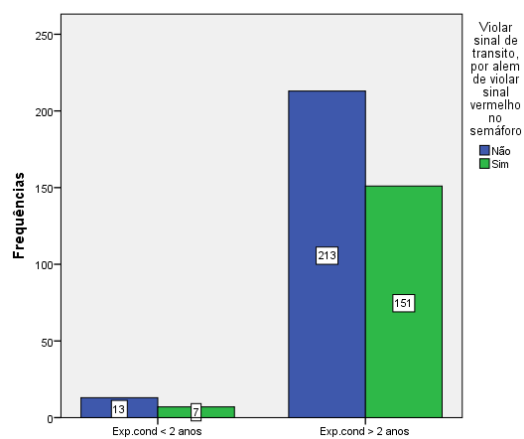
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 1.580$	$C = 0.064$
$Sig. = 0.209$	$Sig. = 0.209$

❖ Conduzir em alta velocidade > 45km/h



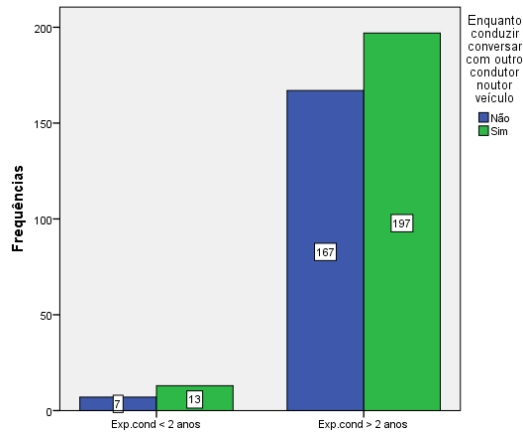
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 0.431$	$C = 0.034$
$Sig. = 0.511$	$Sig. = 0.511$

❖ Violar sinal transito



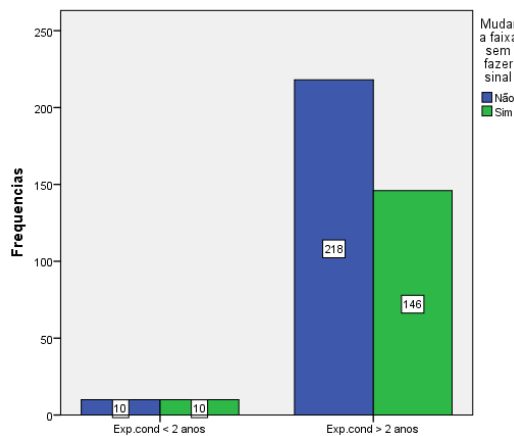
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 0.329$	$C = 0.029$
$Sig. = 0.566$	$Sig. = 0.566$

❖ **Conversar com outro condutor enquanto a conduzir**



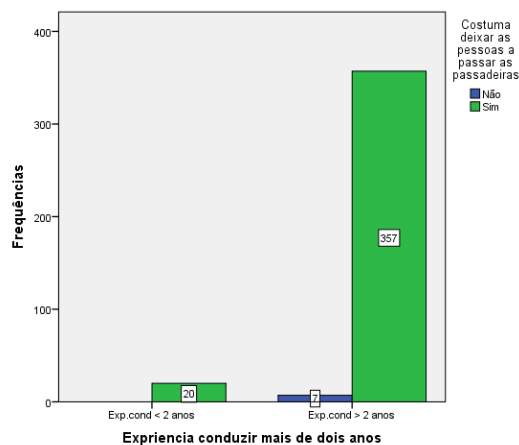
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 0.905$	$C = 0.049$
$Sig. = 0.341$	$Sig. = 0.341$

❖ **Mudar a faixa sem fazer sinal**



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 0.769$	$C = 0.045$
$Sig. = 0.381$	$Sig. = 0.381$

❖ **Costuma deixar pessoas passar nas passadeiras**

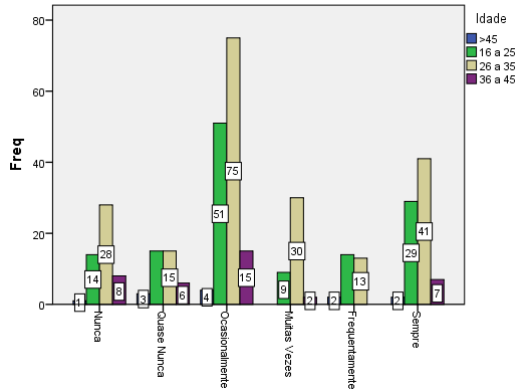


Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(1) = 0.392$	$C = 0.032$
$Sig. = 0.531$	$Sig. = 0.381$

Anexo 2: Atitude dos condutores

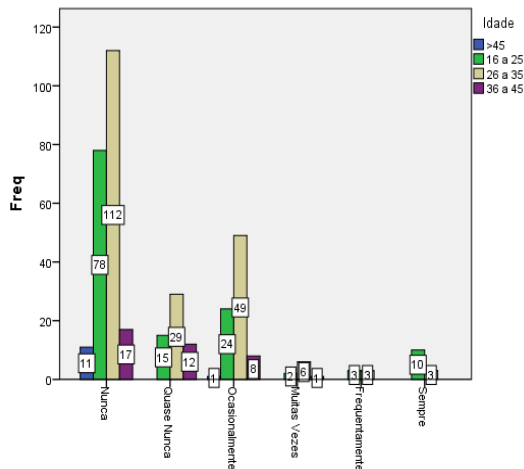
a. Fator idade VS Atitude do condutor

❖ **Distraído, apercebe-se tarde demais que o veículo que está à sua frente circula devagar**



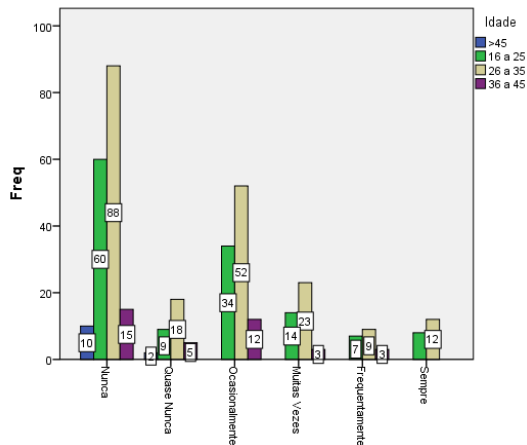
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(15) = 22.237$	$C = 0.139$
$Sig. = 0.102$	$Sig. = 0.102$

❖ **Conduzir quando esta com sono, bêbado ou cansado**



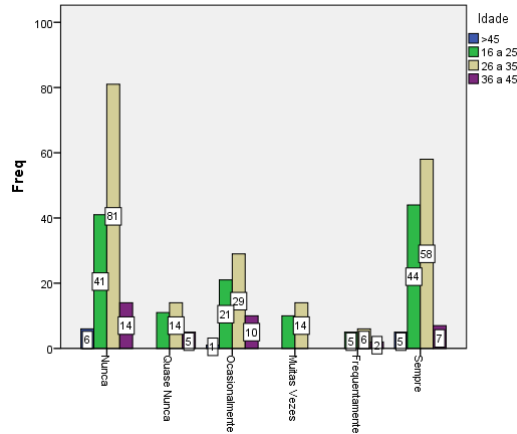
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(15) = 29.255$	$C = 0.159$
$Sig. = 0.015$	$Sig. = 0.015$

❖ **Ultrapassar veículo pela esquerda**



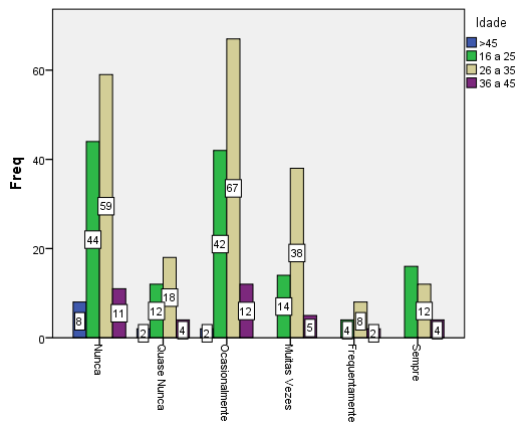
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(15) = 16.185$	$C = 0.199$
$Sig. = 0.115$	$Sig. = 0.15$

❖ **Fica impaciente no congestionamento**



Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(15) = 15.712$	$C = 0.117$
$Sig. = 0.401$	$Sig. = 0.401$

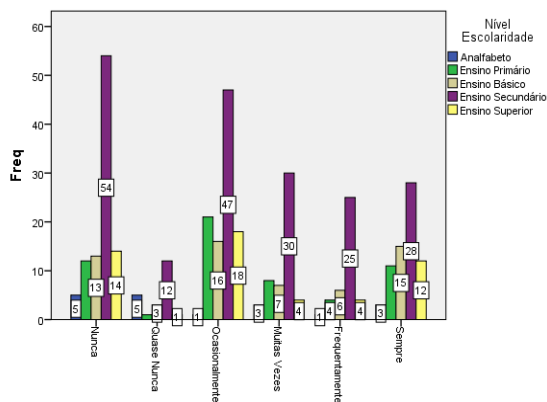
❖ **Conduzir apenas com uma mão**



Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(15) = 18.352$	$C = 0.126$
$Sig. = 0.245$	$Sig. = 0.245$

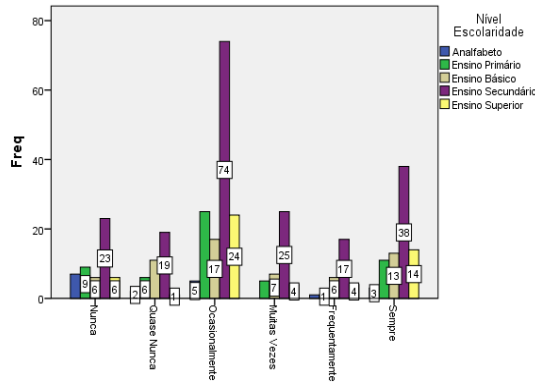
b. Fatore de nível escolaridade VS atitude de condutores

❖ **Fica impaciente com um veículo que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita**



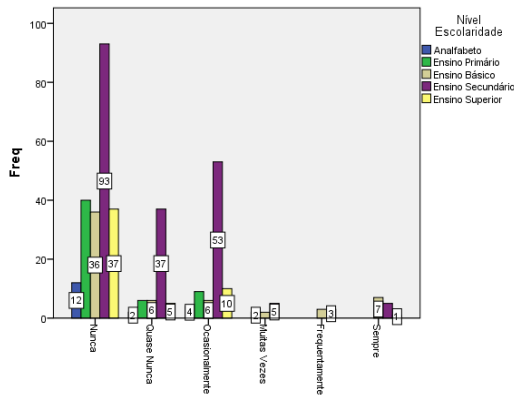
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(20) = 34.750$	$C = 0.050$
$Sig. = 0.021$	$Sig. = 0.021$

❖ **Distraído, a percebe tarde demais que o veículo que está à sua frente circula devagar**



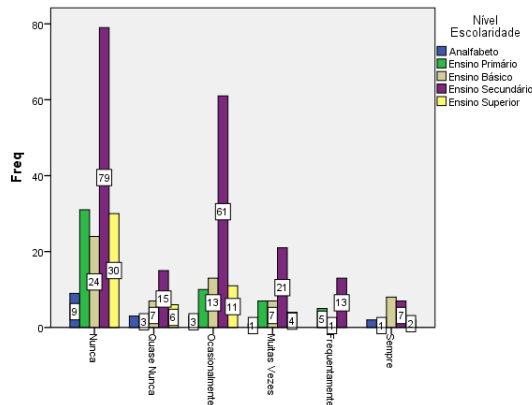
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(20) = 28.088$	$C = 0.138$
$Sig. = 0.086$	$Sig. = 0.086$

❖ **Conduzir quando esta com sono, bêbado ou cansado**



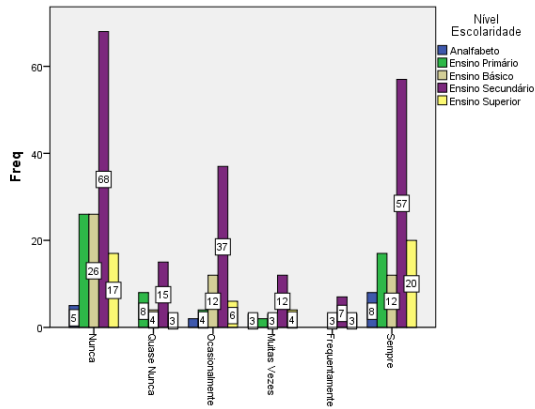
Valor X^2	Valor de Cremer's V
$X^2(20) = 43.755$	$C = 0.169$
$Sig. = 0.002$	$Sig. = 0.002$

❖ **Ultrapassar um veículo pela esquerda**



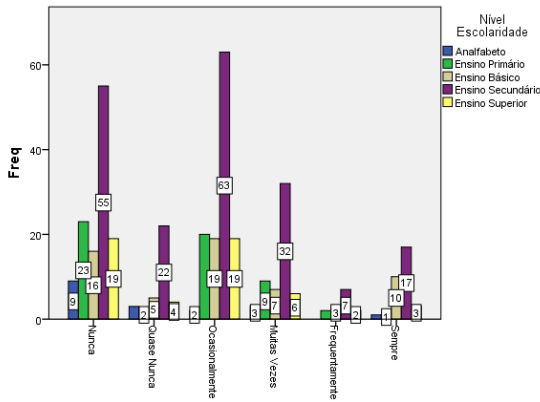
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(20) = 32.669$	$C = 0.146$
$Sig. = 0.037$	$Sig. = 0.037$

❖ **Fica impaciente no congestionamento**



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(20) = 25.347$	$C = 0.128$
$Sig. = 0.188$	$Sig. = 0.188$

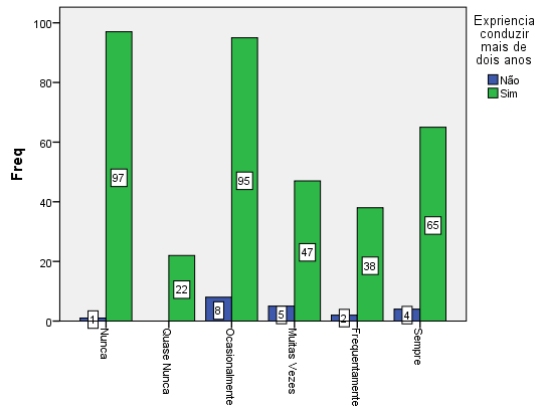
❖ **Conduzir apenas com uma mão**



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(20) = 22.570$	$C = 0.121$
$Sig. = 0.310$	$Sig. = 0.310$

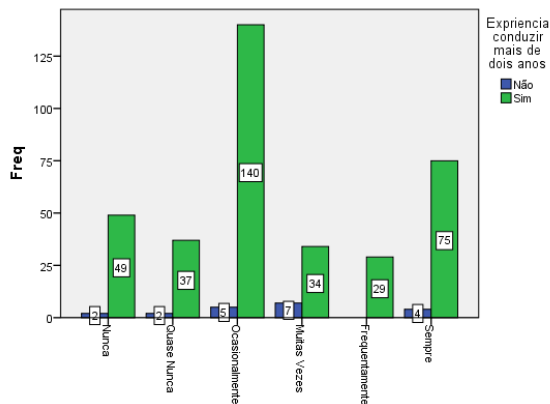
c. **Fator de experiência de conduzir vs atitude do condutor**

❖ **Fica impaciente com um veículo que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita**



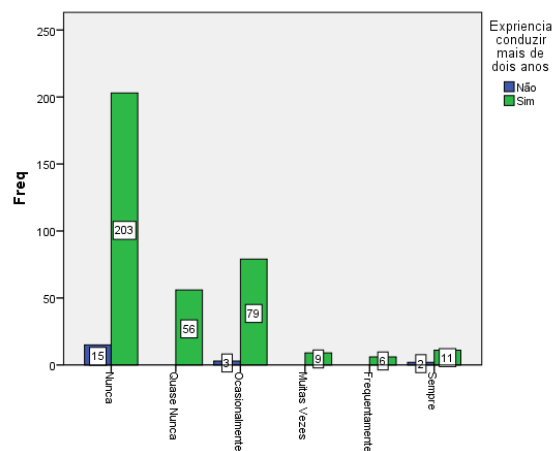
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(5) = 8.154$	$C = 0.121$
$Sig. = 0.148$	$Sig. = 0.148$

❖ **Distraído, a percebe-se tarde demais que o veículo que está à sua frente circula devagar**



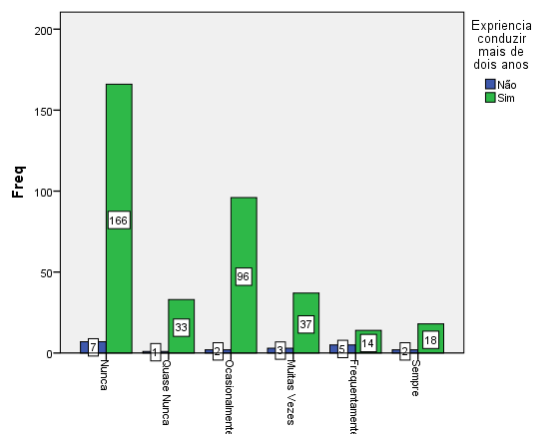
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(5) = 14.369$	$C = 0.193$
$Sig. = 0.013$	$Sig. = 0.013$

❖ **Conduzir quando esta com sono, bêbado ou cansado**



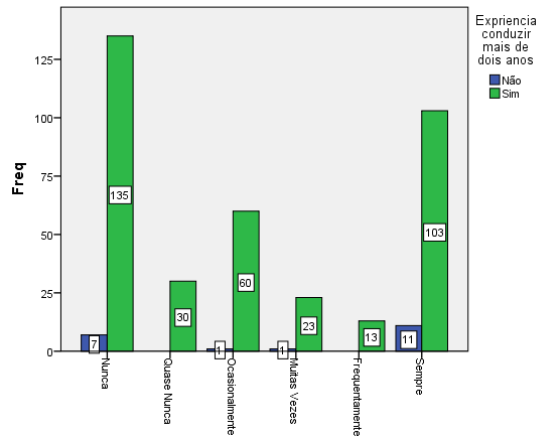
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(5) = 8.262$	$C = 0.147$
$Sig. = 0.142$	$Sig. = 0.142$

❖ **Ultrapassar um veículo pela esquerda**



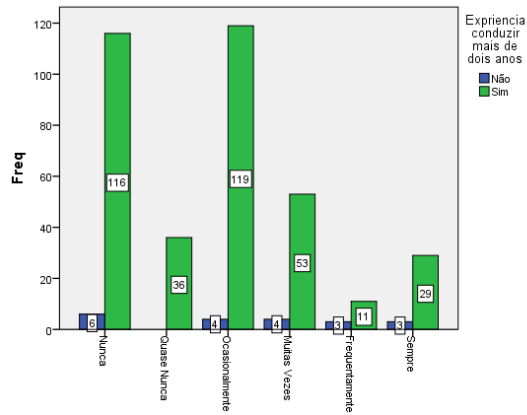
Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(5) = 21.320$	$C = 0.263$
$Sig. = 0.01$	$Sig. = 0.01$

❖ **Fica impaciente no congestionamento**



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(5) = 8.565$	$C = 0.236$
$Sig. = 0.128$	$Sig. = 0.128$

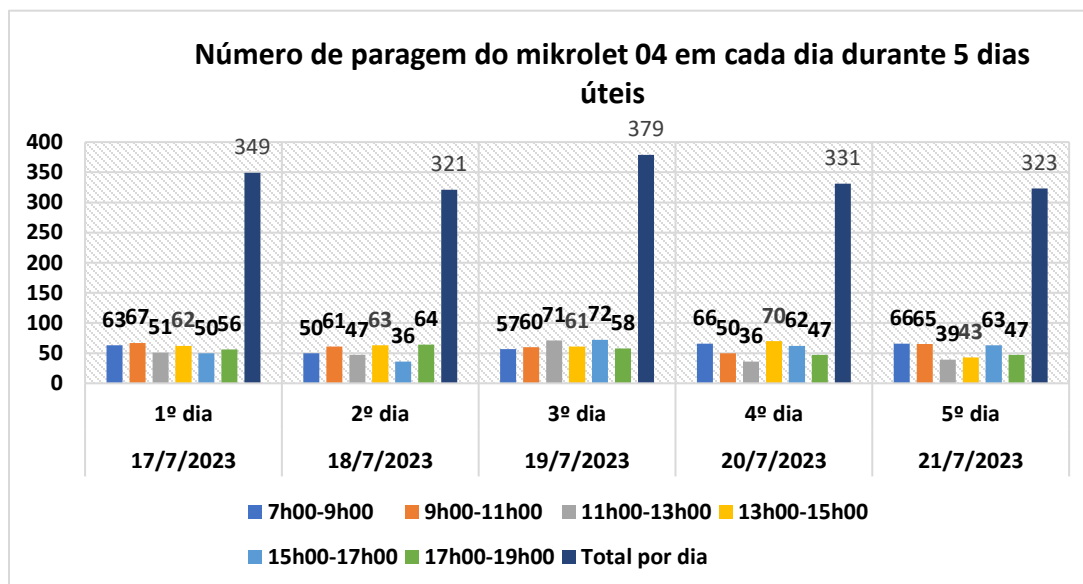
❖ **Conduzir apenas com uma mão**



Valor X^2	Valor de Cramer's V
$X^2(5) = 11.916$	$C = 0.176$
$Sig. = 0.036$	$Sig. = 0.036$

Anexo 3: Número de paragens de cada rota de Mikrolet 04, 09 e 10

a. Mikrolete 04



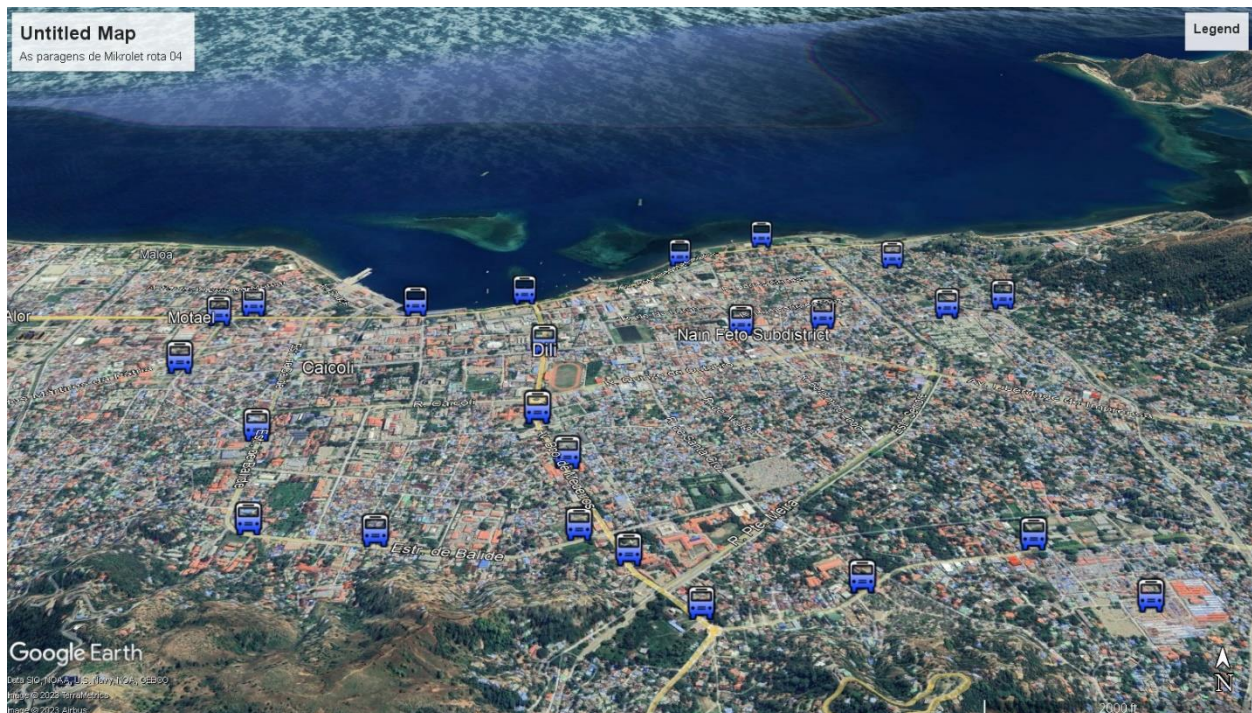
Sumário da estatística descritiva			
Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
321	379	340.60	24.14

As paragens 04

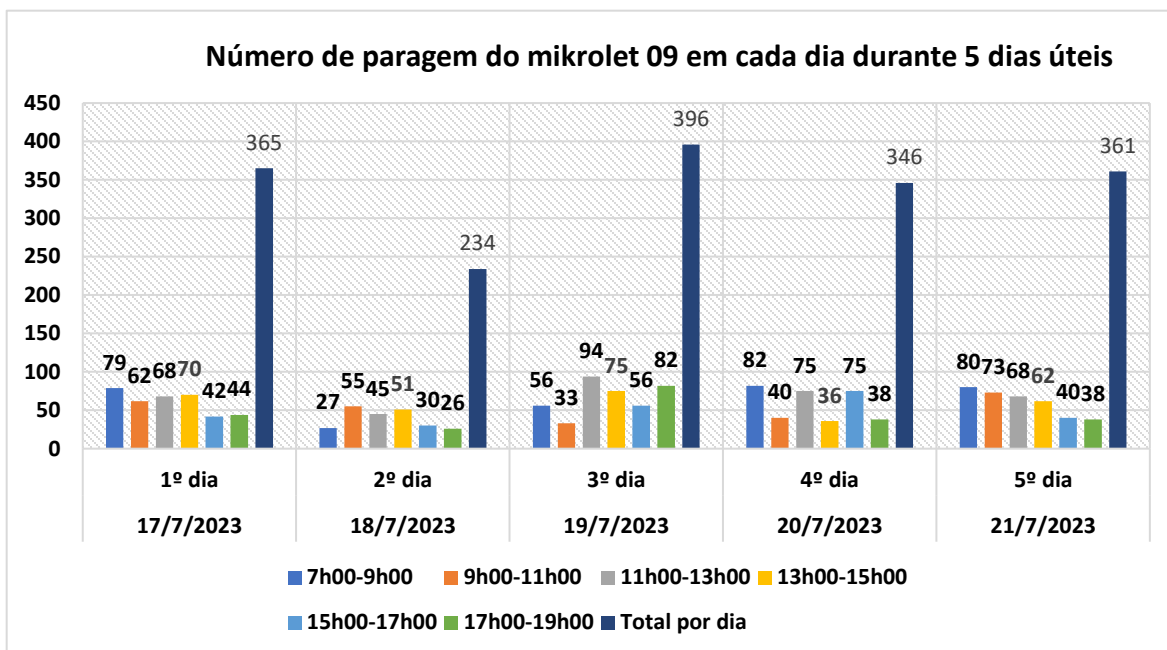
Pontos	Lat	Long	Local
P1	-8.56851	125.5939	Terminal Taibesi
P2	-8.56642	125.5921	Taibesi Hali hun
P3	-8.56778	125.5878	A frente do simiterio de Cinesa
P4	-8.56861	125.5841	Rotunda de Halilaran
P5	-8.56683	125.5825	Igreja de Balide
P6	-8.5657	125.5818	Semaforos de Balide
P7	-8.56595	125.5764	Cristal
P8	-8.56547	125.5732	Escola 4 de setembro
P9	-8.56144	125.5722	A frente do BNCTL obrigado Barak
P10	-8.55781	125.5688	A frente do Cathedral
P11	-8.55472	125.5689	Mandarin
P12	-8.55406	125.5699	A Frente do Centro formação Knua Buka Hatene
P13	-8.55401	125.5753	A frente do Ministerio de Ensino Superior
P14	-8.55317	125.5789	Palacio do Governo
P15	-8.55007	125.5844	Largo Lecidere

P16	-8.54841	125.5876	Loja de freutas vegetais (a frente do supermercado Lita Store)
P17	-8.55032	125.5922	Bidau Masau
P18	-8.55431	125.5932	Ponte de Bidau Masau
P19	-8.55367	125.5952	Hospital HNGV
P20	-8.555	125.5889	A frente do supermercado Leader Akadiruhun
P21	-8.55541	125.5862	A frente da Loja SAHABAT
P22	-8.55675	125.5799	A frente do Estadio
P23	-8.5606	125.5799	UNDIL
P24	-8.56285	125.5809	Igreja de Balide
P25	-8.56861	125.5841	Rotunda de Halilaran
P26	-8.56778	125.5878	A frente do simiterio de Cinesa
P27	-8.56642	125.5921	Taibesi Hali hun
P28	-8.56851	125.5939	Terminal Taibesi

Mapa das paragens 04



b. Mikrolete 09



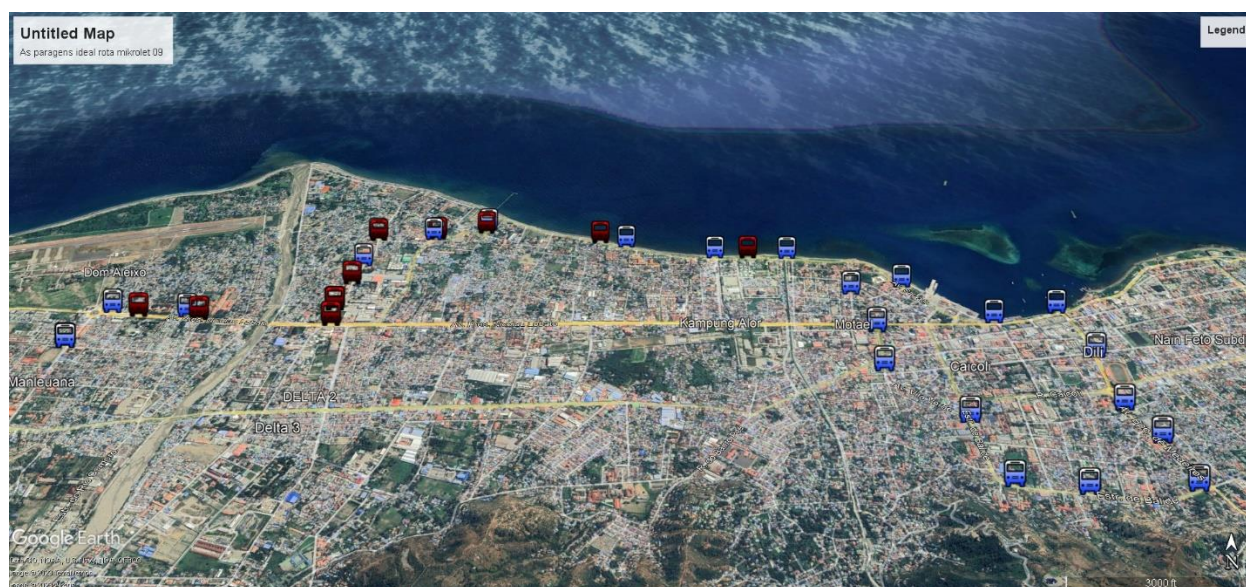
Sumário da estatística descritiva			
Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
234	396	340.40	62.20

As paragens

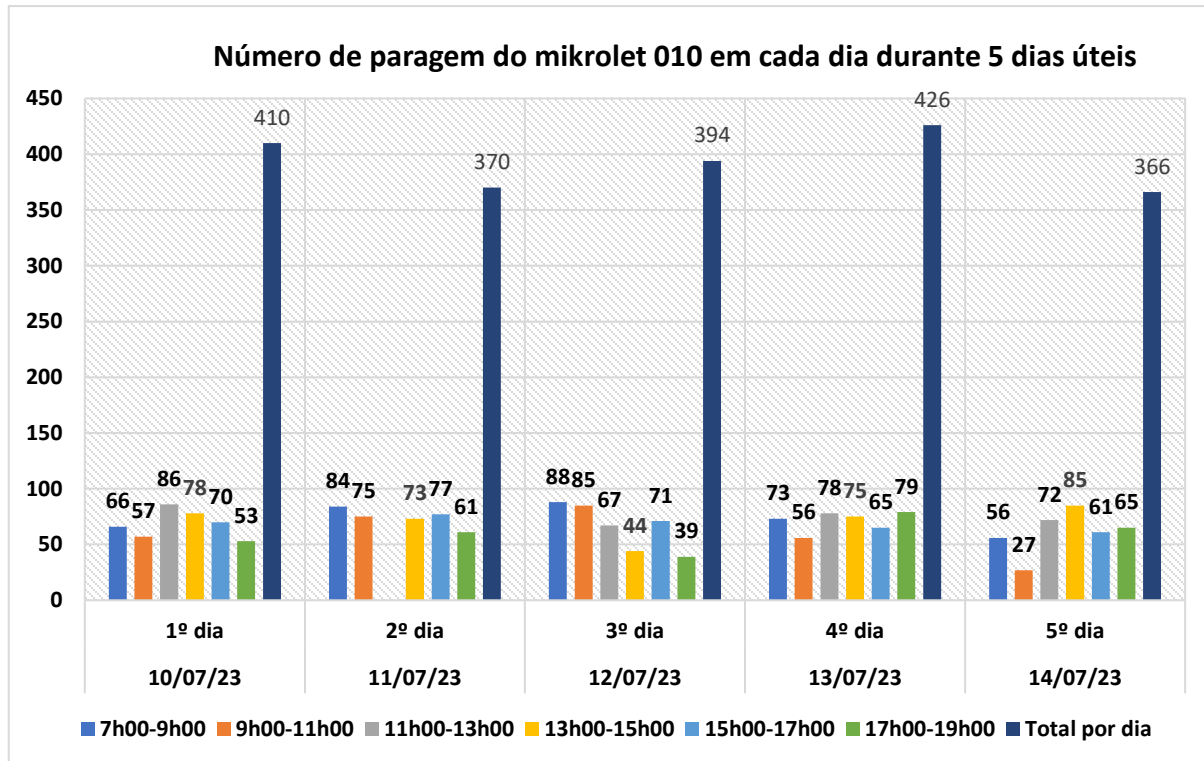
Pontos	Lat	Long	Local
P1	-8.55618333	125.5265833	Campo futebol D. Bosco
P2	-8.553297	125.527936	A frente de Ariska Meubeler/ Ao lado de escola 30 de agosto
P3	-8.553699	125.532098	Ao lado do restaurante KAWANUA RESTO (arte moris)
P4	-8.553057	125.539867	A frente da escola Centro treinamento Bebonuk
P5	-8.54908333	125.54065	
P6	-8.54646667	125.5409667	ESCOLA PRIMARIA DE BEBONUK
P7	-8.546446	125.544265	A frente de DIAMOND VILLA
P8	-8.545412	125.547403	Praia dos coqueiros
P9	-8.547119	125.555619	A frente do MENEK
P10	-8.5482	125.5607333	Kampung Alor
P11	-8.54823333	125.5648833	
P12	-8.550907	125.57099	Igreja Motael
P13	-8.55401	125.5753214	A frente do porto de Díli (ou Ministerio ensino superior

P14	-8.55316833	125.57892	A frente do palacio do governo
P15	-8.55675	125.57985	Estadio de Díli
P16	-8.560603	125.579931	A frente do CCD
P17	-8.562848	125.580892	UNDIL
P18	-8.565868	125.581332	Semáforo de Balide
P19	-8.565949	125.576438	Cristal
P20	-8.565472	125.573235	ESG 4 de setembro
P21	-8.561444	125.572221	BNCT obrigado barak
P22	-8.55780917	125.5687633	A frente da Igreja Catedral
P23	-8.55471667	125.5689333	Mandarin
P24	-8.551554	125.568057	Escola primaria Farol
P25	-8.5482	125.5626333	Kampung Alor
P26	-8.5467	125.5540833	A frente do COMPASS DIVING BOOKING OFFICE
P27	-8.54575	125.5473	Praia dos coqueros
P28	-8.546369	125.544499	A frente de DIAMOND VILLA
P29	-8.54656667	125.54105	ESCOLA PRIMARIA DE BEBONUK
P30	-8.550744	125.540328	
P31	-8.553103	125.539883	A frente da escola Centro treinamento Bebonuk
P32	-8.55439	125.539959	A frente do Rental CAR ESILVA fomento
P33	-8.55393333	125.5328	A frente do MAP / Arte Moris
P34	-8.55361111	125.5294444	A fente do Timor _loks
P35	-8.55618333	125.5265833	Campo futebol D. Bosco

Mapa



c. Mikrolete 010



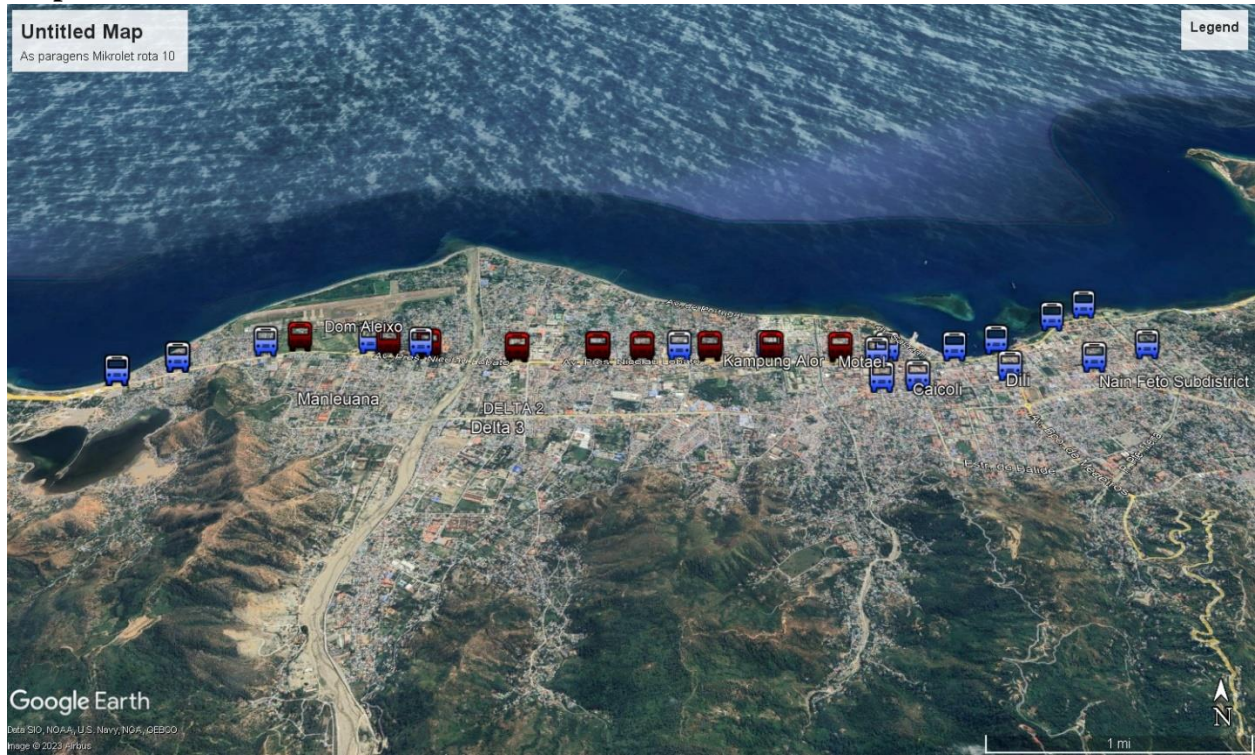
Sumário da estatística descritiva			
Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
366	426	393.20	25.67

As paragens

Pontos	Lat	Long	Local
P1	-8.556999	125.508611	Uma Adat Tasi tolu
P2	-8.5554	125.512894	Meracdo Tasi Tolu
P3	-8.553505	125.519458	Escola de são Miguel
P4	-8.553297	125.527936	A frente de Ariska Meubeler
P5	-8.553699	125.532098	Arte moris
P6	-8.554224	125.54146	Timor-Plaza
P7	-8.55413	125.546458	Escola 10 de Dezembro Comoro
P8	-8.55403	125.553053	A frente loja Diliana Fatuhada
P9	-8.553928	125.560288	Kampung Alor
P10	-8.55406083	125.5698817	A frente de centro Knua Buka Hatne

P11	-8.55401	125.5753214	A frente do porto de Díli (ou Ministerio ensino superior
P12	-8.55316833	125.57892	A frente do palacio do governo
P13	-8.55006667	125.5843833	Largo Lcidere
P14	-8.548408	125.587569	Loja de freutas vegetais Lcidere
P15	-8.553794	125.590983	A frente do sede Suco Akadiru Hun Bindau
P16	-8.55541	125.586171	A frente do loja SAHABAT
P17	-8.55644972	125.5791653	UNTL
P18	-8.55763056	125.5716178	Semáforo de Colmera EDTL
P19	-8.55780917	125.5687633	A frente da Igreja Catedral
P20	-8.55471667	125.5689333	Mandarin
P21	-8.55416667	125.56605	A frente da BNCTL central Mandarin
P22	-8.554076	125.560492	Kampung Alor
P23	-8.554089	125.555507	A frente do Supermercado MeiMart Fatuhada
P24	-8.554198	125.550038	Lurumata
P25	-8.554261	125.546461	A frente da Escola 10 de Dezembro
P26	-8.55439	125.539959	A frente do Rental CAR ESILVA
P27	-8.55393333	125.5328	A frente do MAP / Arte Moris
P28	-8.55361111	125.5294444	A fente do Timor _loks
P29	-8.55295	125.5221167	A frente de Mol golgota
P30	-8.5554	125.512894	Meracdo Tasi Tolu
P31	-8.556999	125.508611	Uma Adat Tasi tolu

Mapa



Anexo 4: Questionário de comportamento dos condutores

O presente questionário integra-se num trabalho de investigação quantitativa descritiva a decorrer, no âmbito, de projeto da investigação do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia, Timor-Leste intitulado *Estratégias de controlo de tráfico para reduzir o congestionamento rodoviário e seus impactos, em Díli, Timor-Leste*. Tem a finalidade de recolher informações que permitem fazer o levantamento de *dados do comportamento dos condutores* e destina-se aos condutores que circulem no município de Díli. Este questionário é composto por três partes: Informação geral; comportamento; e experiência. Desde já agradeço a sua colaboração e disponibilidade para participar nesta pesquisa. Por favor, leia com atenção antes de responder.

A. Informações gerais dos respondentes:

1. Conduz : Sim Não
Se respondeu sim, então responde as questões seguintes
2. Conduz : Mota Carro
3. Tipo de veículos (Carro) : Microlet Anguna Taxi Carro
Privado
4. Idade :
5. Sexo : Masculino Feminino
6. Habilitação literário : Escola Primaria Pre-secundário
Escola Secundário Universitário

B. Comportamento

Responda a cada afirmação abaixo e coloque uma marca (✓) em uma das categorias.

No	Questões	sim	Não
1	Já passou por um sinal vermelho enquanto anda de moto/carro?		
2	Já usou o telefone enquanto andava de moto/carro sem parar?		
3	Já andou de moto/ carro em alta velocidade mais de 45 km/h na estrada com rodovia movimentada?		
4	Já violou os sinais de trânsito, além de ultrapassar os sinais vermelho enquanto circula de moto/carro?		
5	Já conversou com outros condutores enquanto anda de moto/carro sem parar primeiro?		
6	Já mudou de faixa sem fazer sinal?		
7	Costuma deixar passar pessoas quando usam a passadeira?		

C. Atitude

Responda a cada afirmação abaixo colocando uma pontuação em cada categoria.

Escala	0	1	2	3	4	5
Categoria	Nunca	Quase nunca	Ocasionalmente	Muitas vezes	Frequentemente	Sempre
Código da Categoria	N	QN	O	MV	F	S

No	Questões	N	QN	O	MV	F	S
1	Respeita os sinais de trânsito na estrada se não houver polícia de trânsito?						
2	Fica impaciente com um condutor que circula de modo lento na via mais à esquerda e ultrapassa-o pela direita?						
3	Conduz perto do carro que vai à sua frente, fazendo sinais de luzes para que este se desvie ou ande mais depressa?						
4	Distraído ou preocupado, apercebe-se tarde demais que o veículo que está à sua frente circula devagar e têm que travar a fundo para evitar uma possível colisão?						
5	Ultrapassa um veículo pela esquerda						
6	Conduz apenas com uma das mãos, utilizando a outra para mudar o posto de rádio, pegar no telemóvel, etc ?.						
7	Se não há circulação de veículos, mudará de faixa sem dar sinal?						
8	Costuma conduzir quando esta com sono, bêbado ou cansado?						
9	Quando há congestionamento na rua fica impaciente?						

D. Experiência

Responda uma afirmação abaixo e coloque uma marca (√) em uma das categorias.

No	Questões	sim	Não
1	Conduz há mais de 2 anos?		
2	Já foi multado alguma vez?		
	Se sim, porque motivo:		
	Violou regras ou sinais de trânsito		
	Não use capacete (em caso de mota)		
	Não traz consigo a carta condução		
	Não traz consigo certificado de matrícula do veículo (STNK)		

	Não traz consigo carta de inspeção (KIR)		
4	Já teve algum acidente? Se sim, porque motivo		
	Excesso de velocidade		
	Distração		
	Não respeita sinal/ regras		
	Foi considerado culpado?		

Anexo 5: Formulário levantamento de dados nos semáforos

Parâmetros 1	Ciclos de semáforos/Fases										
	Fase ...										
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Tempo perdido (T_p) (em segundos)											
Fluxo de saturação (S) (VPH)	Motor										
	Carro										
Fluxo de veicular (VPH)	Motor										
	Carro										

Parâmetros 2	Tempo em segundos
Tempo de Ciclo (C)	
Tempo de Verde normal (g)	
Tempo de Amarelo (t_a)	
Tempo de vermelho total	

Anexo 6: Formulário analisar o número de paragem por rotas durante vários períodos

Introdução

O presente formulário tem como propósito de recolha de informações sobre a latitude e longitude, bem como registrar as pessoas que entram, saem e o tempo de parada. Essas informações serão analisadas para determinar o número de paradas nas rotas de mikrolet no município de Díli.

Data, / 09 /2023

<i>N.º. de rota:</i>					
1	Ref. de entrada / saída		10	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	
2	Ref. de entrada / saída		11	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	
3	Ref. de entrada / saída		12	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	
4	Ref. de entrada / saída		13	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	
5	Ref. de entrada / saída		14	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	

6	Ref. de entrada / saída		15	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	
7	Ref. de entrada / saída		16	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	
8	Ref. de entrada / saída		17	Ref. de entrada / saída	
	Total passageira entra			Total passageira entra	
	Total passageira sai			Total passageira sai	