



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PEDRO HENRIQUE CAMPOS AMARAL

**MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA COM O USO DE TRANSPORTES EM
MASSA NA CIDADE DE SÃO PAULO - SP**

ILHA SOLTEIRA - SP

JUNHO DE 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA COM O USO DE TRANSPORTES EM
MASSA NA CIDADE DE SÃO PAULO - SP**

PEDRO HENRIQUE CAMPOS AMARAL

Orientador: Prof. Dr^a Luzenira Alves Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Civil da Faculdade de Engenharia do
Campus de Ilha Solteira – UNESP,
como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenharia Civil.

ILHA SOLTEIRA - SP
JUNHO DE 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A485m Amaral, Pedro Henrique Campos.
Melhoria da qualidade de vida com o uso de transporte em massa na cidade de São Paulo / Pedro Henrique Amaral. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
53 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2025

Orientador: Luzenira Alves Brasileiro

Inclui bibliografia

1. Transporte de massa. 2. Poluição atmosférica. 3. Metrô. 4. Mobilidade. 5. Qualidade de vida.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: PEDRO HENRIQUE CAMPOS AMARAL

Título: *Melhoria da Qualidade de Vida com o Uso de Transportes em Massa na Cidade de São Paulo - SP*

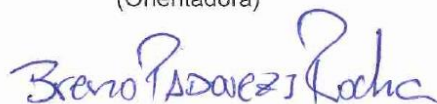
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Luzenira Alves Brasileiro

(Orientadora)



Prof. Dr. Breno Padovezi Rocha

(Examinador)



Prof. Dr. Jairo Salim Pinheiro de Lima

(Examinador)

Ilha Solteira

23/06/2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jean Carlo André Bonifácio e Vanessa Gracielle Campos Bonifácio, ao meu irmão, Guilherme Campos Bonifácio e aos meus avós, Antônio André Bonifácio, Aparecida Divina Menezes Bonifácio, Airton José Guimarães e Telma Alves Campos Guimarães por todo sacrifício, apoio e palavras de incentivo durante toda a minha vida, que sempre me apoiaram em qualquer circunstância. Gostaria de agradecer a Carlos Roberto Paiva Amaral (*in memoriam*) por todos os ensinamentos e conselhos.

A todos os meus amigos, em especial Ana Clara, Bruno, Lucas, Thiago e Vitor, que sempre estiveram presentes na minha jornada me apoiando, ajudando e me dando forças para sempre seguir em frente.

Agradeço aos grupos de extensão que contribuíram para a minha formação e desenvolvimento, em especial a Liga de Mercado Financeiro, Equipe Água e ao Centro Acadêmico da Engenharia Civil “Augusto Carlos de Vasconcelos”.

E a todos os professores que estiveram presentes durante a minha formação, em especial a minha orientadora, Luzenira Alves Brasileiro, que sempre foi um exemplo de profissional, mulher e conselheira

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos do uso de transportes de massa na qualidade de vida e na redução da emissão de poluentes na cidade de São Paulo. A pesquisa parte do pressuposto de que o uso intensivo de automóveis particulares é um dos principais responsáveis pelos elevados níveis de poluição atmosférica na metrópole, contribuindo para problemas ambientais e de saúde pública. Por meio de uma análise comparativa entre diferentes modais — carro, ônibus, motocicleta e metrô — o estudo quantifica a emissão de poluentes por passageiro.km e avalia os custos econômicos e ambientais de cada tipo de transporte. A metodologia inclui a coleta de dados por questionário entre 2022 e 2024, além do levantamento de informações junto a fontes oficiais. Os resultados mostram que o metrô é o modal mais eficiente em termos ambientais e econômicos, com emissão praticamente nula de poluentes locais e custo anual até cinco vezes menor do que o transporte individual. Conclui-se que a ampliação do transporte de massa e a adoção de políticas públicas integradas são fundamentais para a sustentabilidade urbana e melhoria da qualidade de vida em São Paulo.

Palavras-chaves: Transporte de massa, Poluição Atmosférica, Metrô, Mobilidade e Qualidade de vida.

ABSTRACT

This undergraduate thesis aims to analyze the impacts of mass transportation on quality of life and pollutant emissions reduction in the city of São Paulo. The study stems from the observation that the intensive use of private cars is one of the main contributors to high levels of air pollution in the metropolis, leading to environmental degradation and public health issues. Through a comparative analysis of different transportation modes — cars, buses, motorcycles, and subways — the research quantifies pollutant emissions per passenger.km and evaluates the economic and environmental costs associated with each type. The methodology includes survey data collected between 2022 and 2024 and from official sources. Results indicate that the subway is the most efficient mode in both environmental and economic terms, with virtually zero local pollutant emissions and an annual cost up to five times lower than that of private vehicles. It is concluded that expanding mass transportation and implementing integrated public policies are essential for urban sustainability and improving quality of life in São Paulo.

Keywords: Mass transportation, Air pollution, Subway, Urban mobility, Quality of life.

LISTA DE TABELAS, FIGURAS E QUADRO

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01 – Descrição das linhas de São Paulo
- Tabela 02 – Gasto anual para manter um Carro
- Tabela 03 – Gasto anual para andar de metrô e Ônibus
- Tabela 04 – Parâmetros adotados
- Tabela 05 – Frota de veículos
- Tabela 06 – Emissão de poluentes
- Tabela 07 – Ocupação Média
- Tabela 08 – Emissão passageiros.km
- Tabela 09 – Equivalência para transporte
- Tabela 10 – Parâmetros adotados

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01 – Mapa do Transporte Metropolitano
- Figura 02 – Previsão de Mapa do Transporte Metropolitano
- Figura 03 – Expansão da linha verde
- Figura 04 – Nova linha 15 – Prata
- Figura 05 – Faixa etária
- Figura 06 – Região onde reside
- Figura 07 – Região onde se desloca
- Figura 08 – Motivo da viagem
- Figura 09 – Horário de deslocamento
- Figura 10 – Horário de deslocamento
- Figura 11 – Opinião sobre o trânsito
- Figura 12 – Opinião sobre mudança no modal
- Figura 13 – Mudança para o metrô
- Figura 14 – Pontos de melhoria no metrô
- Figura 15 – Gráfico “Faixa etária”
- Figura 16 – Gráfico “Região onde se desloca”
- Figura 17 – Gráfico “Região onde mora”
- Figura 18 – Gráfico “Análise do trânsito da cidade
- Figura 19 – Gráfico “Melhora do trânsito com a utilização maior do metrô”
- Figura 20 – Gráfico “Motivos para o deslocamento”

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE TABELAS, FIGURAS E QUADRO	10
SUMÁRIO	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	13
3. OBJETIVO	14
4. JUSTIFICATIVA	15
5. TRANSPORTE DE PASSAGEIROS	16
5.1. AUTOMÓVEL	18
5.2. ÔNIBUS	19
5.3. METRÔ	20
6. TRANSPORTE DE MASSA	21
6.1. CARACTERÍSTICAS	21
6.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS	22
6.3. LINHAS	22
7. ASPECTOS AMBIENTAIS	27
8. ASPECTOS ECONÔMICOS	29
8.1. TEMPO GASTO NOS MEIOS DE TRANSPORTE	29
8.2. CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E DESGASTE NO CARRO COM O USO MAIOR DO AUTOMÓVEL	31
9. MATERIAIS E MÉTODOS	33
9.1. Metodologia	33
10. ANÁLISE DE RESULTADOS	34
10.1. COLETA DE DADOS	34
10.2. IMPACTO NO MEIO AMBIENTE	43
10.3. ECONOMIA COM A TROCA DO MODAL	44
10.4. REDUÇÃO NA EMISSÃO	46
11. CONCLUSÃO	51
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um dos principais problemas ambientais enfrentados por centros urbanos em todo o mundo. Dentre os fatores que contribuem para a degradação da qualidade do ar, o setor de transporte se destaca como um dos maiores emissores de gases de efeito estufa (GEE) e de poluentes locais, como material particulado (MP), óxidos de nitrogênio (NOx) e monóxido de carbono (CO). Na cidade de São Paulo, considerada a maior metrópole da América do Sul, o uso intensivo do automóvel particular representa uma ameaça constante à saúde ambiental e ao bem-estar da população.

Em contrapartida, os transportes de massa — como metrô, ônibus e trens urbanos — oferecem uma alternativa mais eficiente e sustentável, tanto em termos de capacidade de passageiros quanto de emissão de poluentes por quilômetro/passageiro (VASCONCELLOS, 2000). Esses modais de transporte, quando bem planejados e integrados, não apenas promovem a mobilidade urbana como também contribuem para a redução significativa de emissões atmosféricas, especialmente em comparação ao transporte individual motorizado.

No entanto, a adoção ampla e contínua desses meios de transporte ainda enfrenta uma série de desafios estruturais, sociais e operacionais. Questões como superlotação, desigualdade no acesso, precariedade em algumas linhas de ônibus e falta de investimento contínuo em infraestrutura ferroviária contribuem para a preferência persistente pelo automóvel particular, mesmo em um contexto urbano saturado e poluído.

Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar o impacto do uso de transportes de massa na redução da emissão de poluentes na cidade de São Paulo e, conseqüentemente, a melhoria na qualidade de vida. Para isso, propõe-se investigar dados técnicos de emissões veiculares, comparar a eficiência entre diferentes modais e refletir sobre políticas públicas já implementadas ou em andamento. A hipótese central deste estudo é que a ampliação do uso de transportes de massa pode gerar uma diminuição significativa nas emissões de poluentes, desde que acompanhada por medidas estruturais, tarifárias e de incentivo ao transporte coletivo.

2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Apesar de São Paulo dispor de um dos maiores sistemas de transporte público da América Latina, a cidade ainda enfrenta elevados índices de poluição atmosférica, em grande parte decorrentes do uso excessivo de automóveis particulares. A emissão de poluentes proveniente da frota veicular contribui significativamente para a degradação ambiental e para o aumento de problemas respiratórios na população urbana. Neste contexto, o uso de transportes de massa — como metrô, trens e ônibus articulados — surge como alternativa eficaz para mitigar tais impactos, uma vez que possuem menor emissão de gases por passageiro transportado. No entanto, a adoção massiva desses modais ainda esbarra em questões como infraestrutura deficiente, superlotação e barreiras socioeconômicas de acesso. Assim, o problema central deste trabalho reside em compreender **como e em que medida o uso intensificado de transportes de massa pode contribuir para a redução da emissão de poluentes e na melhoria na qualidade de vida na cidade de São Paulo**, analisando suas potencialidades e limitações

3. OBJETIVO

Analisar o impacto do uso de transportes de massa, seja ele utilizando apenas o metrô ou combinando com o ônibus, na redução da emissão de poluentes atmosféricos na cidade de São Paulo, considerando os benefícios ambientais, sociais e os desafios para a ampliação de sua adoção em substituição ao transporte individual motorizado

4. JUSTIFICATIVA

Ao realizarmos esse estudo, entendemos como que a substituição do meio de transporte por automóvel para o uso dos transportes em massa gera melhorias na qualidade de vida, relacionado à diminuição do tempo perdido em congestionamentos e estresse; melhoria em aspectos ambientais, como diminuição dos poluentes emitidos e doenças cardiorrespiratórias devido a exposição a gases maléficos.

5. TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

5.1. TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

No ano de 2012, através da Lei 12587.12, o Governo Federal desenvolveu uma cartilha chamada de “Política Nacional de Mobilidade Urbana” onde o objetivo era planejar e executar a política de mobilidade urbana.

No Capítulo 1, artigo 4º, são definidos alguns termos de extrema importância para essa pesquisa. Pode-se considerar que:

a.) Transporte Urbano é o conjunto de modos e serviços de transporte público e privado utilizados para o deslocamento de pessoas e cargas.

b.) Transporte Público Coletivo: serviço público de transporte de passageiros acessível a toda a população mediante pagamento com valores e itinerários fixados pelo poder público.

c.) Transporte Privado Coletivo: serviço de transporte de passageiros não aberto ao público para a realização de viagens com características operacionais exclusivas para cada linha e demanda;

d.) Transporte Público Individual: serviço remunerado de transporte de passageiros aberto ao público, por intermédio de veículos de aluguel, para a realização de viagens individualizadas;

e.) Transporte Urbano de Cargas: serviço de transporte de bens, animais ou mercadorias;

f.) Transporte Remunerado Privado Individual de Passageiros: serviço remunerado de transporte de passageiros, não aberto ao público, para a realização de viagens individualizadas ou compartilhadas solicitadas exclusivamente por usuários previamente cadastrados em aplicativos ou outras plataformas de comunicação em rede.

g.) Transporte Público Coletivo Intermunicipal de Caráter Urbano: serviço de transporte público coletivo entre Municípios que tenham contiguidade nos seus perímetros urbanos;

h.) Transporte Público Coletivo Interestadual de Caráter Urbano: serviço de transporte público coletivo entre Municípios de diferentes Estados que mantenham contiguidade nos seus perímetros urbanos; e

i.) Transporte Público Coletivo Internacional de Caráter Urbano: serviço de transporte coletivo entre Municípios localizados em regiões de fronteira cujas cidades são definidas como cidades gêmeas.

Adentrando para a esfera desse trabalho, quando analisamos a capital paulistana vemos a presença de uma grande quantidade de modos de transporte, entre eles, temos: Ônibus, Trem, Metrô, Bicicleta, Motocicleta e Automóveis Particulares.

5.2.AUTOMÓVEL

O primeiro meio de transporte a fazer uso de um motor a gasolina para se locomover foi um automóvel que continha somente três rodas e foi criado no ano de 1885 por um alemão chamado Karl Benz. Com o passar do tempo foram sendo idealizados outros exemplares, muitos deles com o que era chamado na época de “motor de dois tempos”.

O automóvel chegou ao Brasil em meados do século XX. A perua DKW teve as suas linhas renovadas, e era vista pelas ruas, em concessionárias e podia até ser financiada. Em seguida, três lançamentos marcaram o mercado: o Renault Gordini, o Karmann-Ghia e o Interlagos. Atualmente, a cidade de São Paulo conta com uma frota de veículos 6.359.914 carros (IBGE,2024).

5.3. ÔNIBUS

O primeiro ônibus motorizado do mundo circulou há 130 anos. Em 1895, na Alemanha, o coletivo pioneiro conectou a cidade de Siegen com as localidades de Netphen e Deuz, em uma distância de aproximadamente 15 quilômetros. O veículo foi produzido pelo engenheiro Carl Benz, fundador da montadora Mercedes-Benz. Ao passar do tempo, o veículo evoluiu para modelos a diesel, elétricos e até híbridos, espalhando-se ao redor do mundo como uma alternativa flexível. O ônibus se consolidou como meio de transporte predominante em países em desenvolvimento e em áreas sem rede ferroviária

Nos anos 20, pequenos grupos de empreendedores entenderam que a cidade de São Paulo deveria se desenvolver cada vez mais para atingir o seu potencial de metrópole. A crise energética do período somada com a evolução da cidade fez com que os ônibus e locomoções coletivas se destacassem.

Inicialmente os bondes eram responsáveis por efetuar o deslocamento da população ao longo da cidade, mas devido as suas limitações de operações, logo foram substituídos por bondes elétricos, considerado um grande avanço de tecnologia para a época. Com a expansão das linhas, indústrias e comércios foram crescendo na mesma proporção que os veículos de transportes em massa.

Mas, de fato, o primeiro ônibus movido a diesel na Capital surgiu em 1968 e a frota de coletivos movimentados por esse tipo de combustível se expandiu rapidamente por toda a Cidade. A demanda crescente por transporte coletivo exigiu veículos cada vez maiores, para transporte de maior número de passageiros, e assim surgiram os ônibus articulados e biarticulados, sendo estes veículos com 27 metros de comprimento e design moderno, que possuem duas articulações sanfonadas e capacidade para transportar aproximadamente 200 passageiros por viagem. (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2011).

Atualmente, a capital paulistana conta com uma frota de 12 mil veículos, distribuídos ao longo de 1.300 linhas e que são capazes de transportar, cerca de, 2,5 milhões de pessoas. (SPTRANS, 2024)

5.4.METRÔ

Em 10 de janeiro de 1863 o primeiro metrô foi inaugurado na cidade de Londres, na Inglaterra. Idealizado por Charles Pearson, a linha com 6.5 Km de extensão levou 40 mil passageiros no seu primeiro dia de funcionamento. A criação ocorreu como solução para o transporte rápido de grandes populações urbanas em áreas de crescimento.

Sua expansão ocorreu, principalmente, em grandes metrópoles que apresentavam problemas de mobilidade urbana. Cidades como Tóquio, Xangai, Moscou e Pequim possuem, hoje, uma das maiores malhas de metrô do planeta. O aumento é decorrente do acelerado crescimento populacional, urbanização acelerada e a busca por alternativas aos trânsitos que foram se formando. Atualmente, o foco dos grandes centros é realizar o aumento das malhas de forma ecologicamente sustentável, empregando tecnologias sustentáveis.

No Brasil, o metrô chegou pela primeira vez em 14 de setembro de 1974 e ligou os passageiros da Vila Mariana ao Jabaquara, na cidade de São Paulo, na época transportava 2800 pessoas ao dia. Nos dias atuais, as linhas de metrô da capital paulista contam com mais de 100km de extensão e com fluxo de, aproximadamente, 4 milhões de pessoas por dia (METRO, 2024).

6. TRANSPORTE DE MASSA

O metrô é um dos principais sistemas de transporte público urbano, desempenhando um papel crucial na mobilidade das grandes cidades. Sua capacidade de transportar grandes volumes de passageiros de forma rápida e eficiente o torna uma solução estratégica para os desafios de trânsito e sustentabilidade urbana. Diante disso, neste tópico iremos abordar as suas principais características, vantagens e desvantagens, além de expor a atual disposição das linhas de metrô de São Paulo.

6.1. CARACTERÍSTICAS

O Metrô de São Paulo é um dos principais componentes do sistema de transporte público da cidade. Com várias linhas que se estendem por grande parte da região metropolitana, o metrô é uma opção eficiente para o deslocamento, transportando cerca de 5 milhões de passageiros diariamente (METRO,2024). Sua capacidade de transporte é notável, chegando a aproximadamente 48.000 passageiros por hora, sendo possível carregar 6 pessoas/m², sendo possível transportar 250 pessoas por vagão, proporcionando velocidade e confiabilidade para os passageiros, reduzindo o congestionamento nas estradas e melhorando a qualidade de vida.

O metrô é caracterizado por ser um sistema de transporte de alta capacidade, geralmente subterrâneo, que opera em vias exclusivas, separadas do tráfego urbano. As suas principais características incluem:

- **capacidade:** transporte de grande número de passageiros por hora.
- **velocidade:** deslocamento rápido, com menor tempo de viagem comparado a outros modais.
- **regularidade:** intervalos curtos entre os trens, garantindo frequência constante.
- **segurança:** baixo índice de acidentes devido à segregação das vias.
- **sustentabilidade:** utilização de energia elétrica, reduzindo a emissão de poluentes.

6.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS

A criação e, conseqüentemente, a chegada do metrô na cidade de São Paulo se deu como uma tentativa de melhoria em problemas de mobilidade urbana. Dessa maneira, muitas dessas vantagens são relacionadas a aspectos de mobilidade.

Podemos elencar como pontos vantajosos do uso do metrô como meio de locomoção:

1. Redução do congestionamento: à medida que a população passa a deixar o veículo particular em casa e utilizar o transporte metroviário como modo de deslocamento, nota-se um alívio do tráfego nas vias urbanas.
2. Menor impacto ambiental: da mesma maneira que citado anteriormente, quanto menos veículos a combustão na rua, menor a quantidade de gases poluentes emitidos para a atmosfera.
3. Eficiência energética: ocorre uma melhor eficiência no consumo de energia por passageiro transportado.

6.3. LINHAS

O metrô de São Paulo está em constante processo de crescimento. Tudo isso decorre da necessidade de atender cada vez a população paulistana. Hoje, apenas o metrô de São Paulo, possui 104 km de extensão, contando com 91 estações em operação levando, em média, 5 milhões de pessoas por dia (METRO,2024). A Tabela 1 apresenta as linhas em funcionamento na capital paulista.

Tabela 1 – Descrição das linhas de São Paulo

Linha	Cor	Extensão	Destino
1	Azul	20,2 Km	Norte – Sul
2	Verde	14,7 Km	Oeste – Leste
3	Vermelha	22 Km	Leste – Oeste
4	Amarela	12,8 Km	Luz <-> Vila Sônia
5	Lilás	20,1 Km	Capão Redondo <-> > Chácara Klabin
15	Prata	13,3 Km	Vila Prudente <-> Jardim Colonial

Fonte: Metrô de São Paulo

A figura 1 apresenta o atual mapa do metrô de SP, em conjunto com as linhas de trem que existem pela cidade. Nota-se que há uma vasta quantidade de estações dentro das linhas citadas acima.

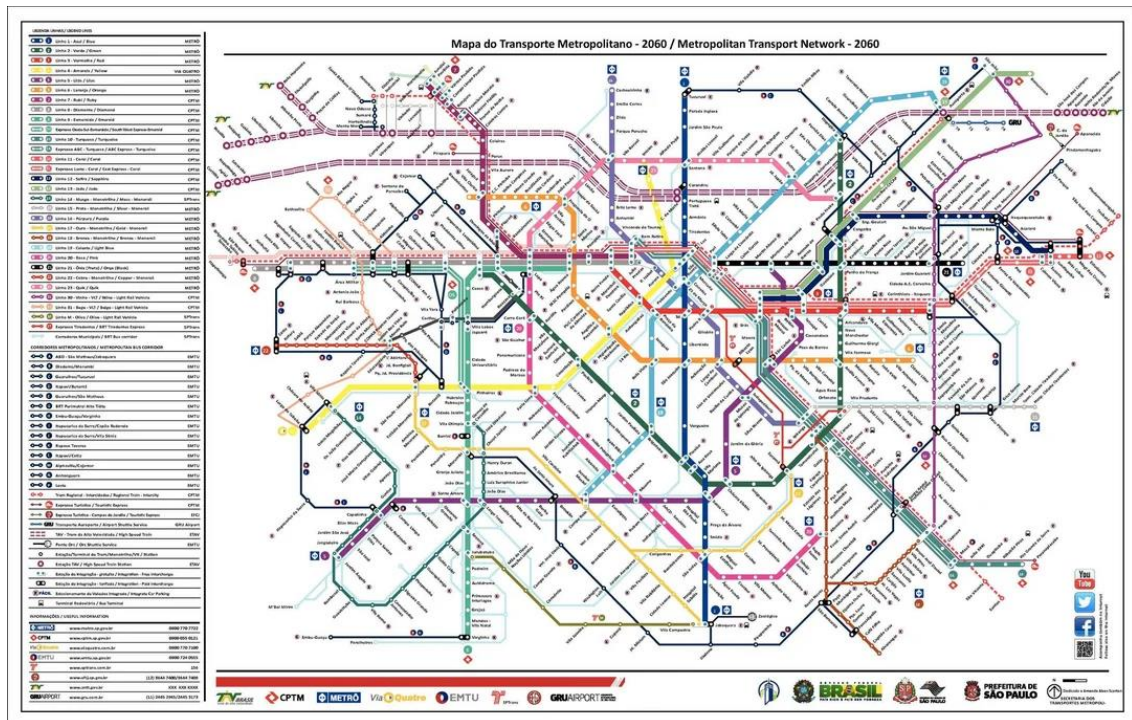
Entretanto, apesar disso, existe muito espaço para crescimento e atingir a maior quantidade possível de regiões na capital. A figura 2 apresenta um mapa que está discutido, a respeito da expansão do metrô de São Paulo (SPTrans,2024). Apesar de esse ser apenas um esboço do que a cidade planeja atingir, já se encontram em desenvolvimento algumas dessas expansões. Podemos citar 2 linhas existentes que irão possuir novas estações e a Linha 17 – Ouro que está em desenvolvimento inicial.

Figura 1 – Mapa do Transporte Metropolitano



Fonte: Governo de São Paulo, 2024

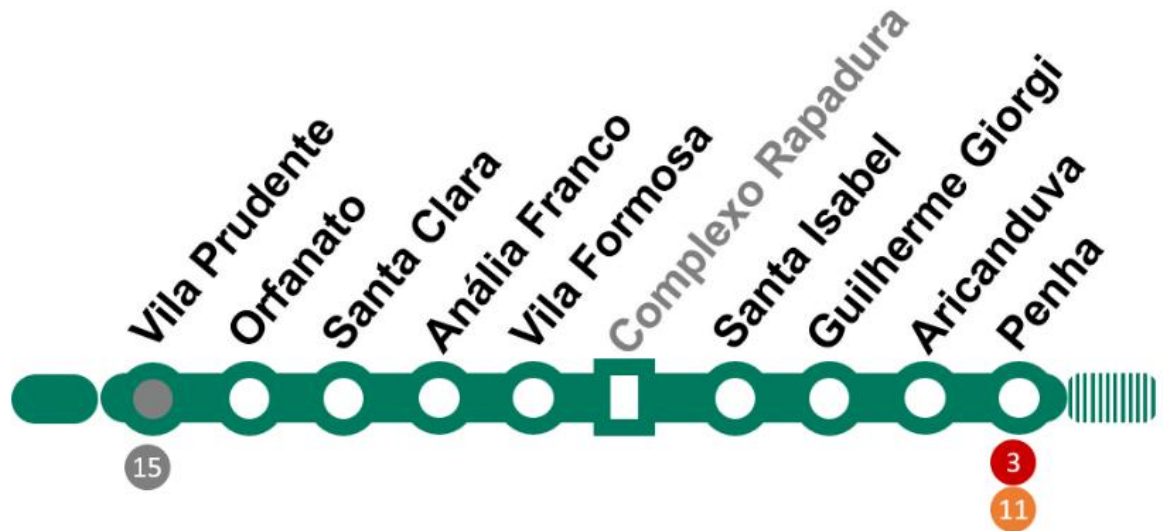
Figura 2 – Previsão de Mapa do Transporte Metropolitano



Fonte: SPTRANS

As linhas 2 – Verde e 15 – Prata se encontram em fase de construção de novas estações. Espera-se que a linha Verde conte com mais 8 estações, 22 novos trens e um ganho de mais 300 mil pessoas se deslocando. A ideia do governo de São Paulo é ligar a Zona Leste (Vila Prudente) até a Zona Oeste (Penha) (METRO,2024). A Figura 3 abaixo apresenta o esboço das 8 novas estações.

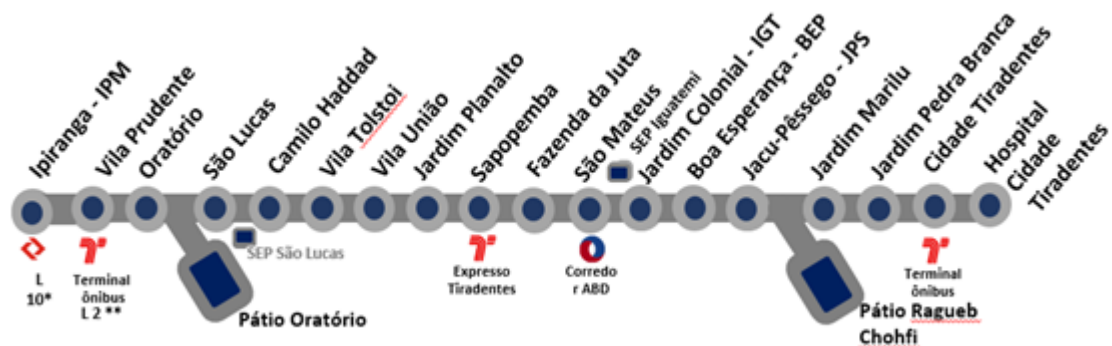
Figura 3 – Expansão da linha verde



Fonte: Metrô de São Paulo, 2024

Assim como a linha verde, a linha 15 – Prata possui projeto em execução do aumento da linha. Tal crescimento renderá mais 7 estações, 27 novos trens para a frota e um aumento de 26 km na via. A Figura 4 apresenta a nova linha 15 – Prata.

Figura 4 – Nova linha 15 - Prata



Fonte: Metrô de São Paulo, 2024

E, por fim, a linha 17 – Ouro encontra-se em fase primária de construção. A ideia central é interligar o Aeroporto de Congonhas ao restante da cidade, visto que, a estação final será Morumbi, a qual faz baldeação com linha 9 - Esmeralda.

A linha 17 contará com 8 estações, uma frota de 14 trens, inicialmente, e um pouco mais de 6 km de extensão.

7. ASPECTOS AMBIENTAIS

A poluição do ar é um dos maiores problemas encontrados no mundo atualmente (OMS,2024). Dentro desse cenário, existem vários fatores que desencadearam o aumento dos níveis de emissão nos últimos anos, como por exemplo, aumento da produção industrial, aumento do uso de veículos automotores, queimadas, entre outros.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a OMS, em estudo divulgado em 2024, aproximadamente, 12% da população morre decorrente de doenças correlacionadas a poluição do ar. Segundo a OMS, cerca de 92% do mundo está exposto a níveis de concentração de poluentes acima do recomendado.

Os principais componentes emitidos pelos veículos automotores são os seguintes gases, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO_x), materiais particulados (MP), entre outros. Sendo assim exposto os gases, é importante definirmos e apresentar seus impactos ao meio ambiente.

- a.) *Monóxido de Carbono*: um gás incolor, inodoro e tóxico. A sua formação decorre da queima incompleta de combustíveis fósseis, sendo sua principal fonte motores irregulares. No âmbito do impacto ambiental, destaca-se na sua contribuição para a poluição do ar.
- b.) *Dióxido de carbono*: assim como o CO, é um gás incolor e inodoro. É resultante da combustão completa de combustíveis fósseis, tem como principal fonte emissoras os veículos automotores que realizam a combustão completa. Dessa forma, seu impacto no meio ambiente está atrelado ao aquecimento global e efeito estufa.
- c.) *Óxidos de nitrogênio*: é gerado, a partir, das altas temperaturas do processo de combustão, principalmente nos veículos ligados à diesel. Além disso, contribui para a formação das chuvas ácidas e a proliferação do ozônio na atmosfera.

- d.) *Hidrocarbonetos*: é composto por hidrogênio e carbono, que são liberados como vapores de combustíveis não queimados. Possuem relação com a formação da neblina poluída (smog fotoquímico). É comumente encontrado nos veículos que não realizam a queima por completa do combustível.
- e.) *Material particulado*: por definição, trata-se de pequenas partículas sólidas ou líquidas que se encontram suspensas no ar, geralmente emitidas por veículos à diesel. No quesito ambiental, seu impacto está atrelado à presença de metais pesados e componentes tóxicos. É encontrado no desgaste pneus e freios, além dos veículos à diesel.

Essas emissões têm sido associadas a uma série de problemas ambientais e de saúde, como a formação de smog, chuva ácida, mudanças climáticas e doenças respiratórias. Tais impactos ambientais podem ser explicados nos tópicos abaixo.

1. **Mudanças Climáticas**: a emissão de dióxido de carbono (CO₂) proveniente de veículos a combustão é uma das principais contribuições para o aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, levando ao aquecimento global e às mudanças climáticas.

2. **Qualidade do Ar**: a emissão de NO_x, CO, COVs e PM a partir de veículos contribui para a poluição do ar, afetando a qualidade do ar nas áreas urbanas e rurais, o que pode levar a problemas de saúde como doenças respiratórias e cardiovasculares.

3. **Chuva Ácida**: a emissão de SO₂ e NO_x a partir de veículos pode levar à formação de chuva ácida, prejudicando ecossistemas aquáticos e terrestres.

8. ASPECTOS ECONÔMICOS

8.1. TEMPO GASTO NOS MEIOS DE TRANSPORTE

O sistema de transporte é de extrema importância na cidade de São Paulo, desde o transporte de suprimentos até ao deslocamento de pessoas. Estima-se que 30% do PIB seja dependente do setor de transportes (Prefeitura de São Paulo). Na cidade de São Paulo, segundo dados da SPTrans e CPTM, cerca de 6,9 milhões de pessoas utilizam do transporte em massa na capital paulista.

O transporte de massa contribui, de forma positiva, com a produtividade urbana ao reduzir os tempos médios de deslocamento, facilitando o acesso ao trabalho, estudos e serviços essenciais (IEMA, 2021).

Além disso, o transporte de massa é essencial para a inclusão econômica, promovendo aumento de mobilidade social, visto que, consegue conectar centros comerciais com áreas periféricas, gerando empregos diretos e/ou indiretos.

A mobilidade urbana na capital paulista é definida por uma grande necessidade de deslocamentos diários e pela variedade de modos de transporte disponíveis, que incluem o transporte coletivo, como ônibus, metrô e trem, bem como o transporte individual motorizado, como carros. O propósito deste estudo é realizar uma comparação dos tempos médios de viagem entre esses diferentes modos, utilizando dados atualizados de 2024.

Segundo estudo realizado pela rede “Nossa São Paulo” nomeada como pesquisa “Viver em SP 2024 – Mobilidade Urbana” o tempo médio gasto diariamente em transporte público é cerca de 2 horas e 47 minutos (167 minutos), enquanto o tempo médio para o transporte individual motorizado é de 2 horas e 28 minutos (148 minutos). Além disso, quem utiliza transporte público enfrenta um tempo de espera, em média, de 24 minutos em paradas e terminais, aumentando a percepção de lentidão e ineficiência desse sistema.

No ano de 2024 houve um investimento recorde de, aproximadamente, R\$ 4.3 bilhões em melhorias e ampliação do metrô na capital paulistana, apesar de existirem projetos de avanço na qualidade e funcionamento muitos deles ainda não foram finalizados, o que acaba por gerar sobrecargas no sistema

como um todo. Desse montante R\$ 3 bilhões estão destinados a ampliação das linhas existentes, como a construção de 8 estações na linha 2 – Verde, 8 estações e 6,7 km de expansão na linha 17 – Ouro e 3 estações na linha 15 – Prata.

Esses investimentos apresentam uma perspectiva de melhoria na qualidade do serviço fornecido pelos modais, podendo nos fazer visualizar de uma maneira mais animadora o longo prazo. Embora seja notório uma “rapidez” ligada ao transporte individual, a diferença de tempo em comparação ao transporte coletivo não é significativa. Levando em conta as consequências negativas do uso de veículos motorizados individuais, como a emissão de poluentes, o consumo de energia e a ocupação do espaço urbano, torna-se claro que é crucial implementar políticas públicas que deem prioridade ao transporte coletivo.

Melhorias estruturais na expansão da rede ferroviária, na eletrificação da frota de ônibus e no desenvolvimento da infraestrutura urbana são fundamentais para diminuir o tempo de deslocamento, aumentar a qualidade de vida da população e reduzir os impactos ambientais.

8.2. CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS E DESGASTE NO CARRO COM O USO MAIOR DO AUTOMÓVEL

O aumento da utilização de carros particulares na cidade de São Paulo está intimamente ligado à ideia de maior conforto, liberdade e flexibilidade quando comparado ao transporte público. Contudo, o uso frequente e intenso desses veículos, particularmente em áreas urbanas com tráfego muito intenso, trouxe consequências significativas para a durabilidade e o valor de revenda desses ativos, resultando em um processo acelerado de desvalorização financeira.

Em termos técnicos, os automóveis são considerados bens de consumo duráveis, que ficam sujeitos à perda de valor tanto pelo tempo de utilização quanto pelo desgaste que sofrem. Em áreas urbanas, como São Paulo, que enfrentam congestionamentos constantes, tráfego denso e deslocamentos curtos com múltiplas paradas, houve um aumento notável na necessidade de manutenção preventiva e corretiva, além de um impacto direto na valorização desses veículos no mercado.

Os principais fatores que impulsionam esse processo de perda de valor incluem:

- O desgaste do motor e dos sistemas de freios devido às paradas e arranques contínuos;
- O aumento do consumo de combustível, elevando o custo por quilômetro rodado;
- O crescimento na taxa de acidentes (colisões, arranhões, etc.) típicos do tráfego urbano denso;
- O alto número de quilômetros percorridos em curtos períodos, que afeta diretamente a revenda.

Conforme informações da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2023), veículos que são utilizados diariamente em áreas urbanas

apresentam uma desvalorização média que pode chegar a 15% ao ano, sendo essa taxa maior do que a de veículos usados em estradas ou com menor frequência. Isso indica que, além do custo inicial de compra e manutenção, um carro particular se torna um ônus financeiro em ambientes urbanos como São Paulo.

Dessa forma, fica claro a necessidade de ações governamentais que incentivem o uso consciente do carro, assim como a promoção de meios de transporte público e ativos, visando diminuir os impactos ambientais e os custos econômicos relacionados à mobilidade nas cidades.

9. MATERIAIS E MÉTODOS

9.1. Metodologia

O presente trabalho de conclusão de curso realizou durante o intervalo de 2 (dois) anos a coleta de dados sobre o deslocamento da população paulistana através do Google Formulário e, além disso, utilizou-se do Excel para a compilação dos dados bem como para o cálculo de emissão de poluentes e comparativo entre os modais discutidos no trabalho.

O objetivo desta coleta de dados foi buscar compreender como se dava a movimentação da população da capital, bem como os horários e meios de locomoção. Além disso, verificar quais são os pontos de melhorias e desenvolvimento para o desenvolvimento do transporte coletivo pela cidade de São Paulo.

Após a obtenção das respostas, os dados foram tabelados e gerados gráficos que pudessem auxiliar no entendimento da locomoção. Somado a isso, foi efetuada a computação do número de automóveis particulares, ônibus e metrô na capital para que, assim, pudesse ser calculada a taxa emitida pelos modais e analisado os resultados obtidos.

10. ANÁLISE DE RESULTADOS

10.1. COLETA DE DADOS

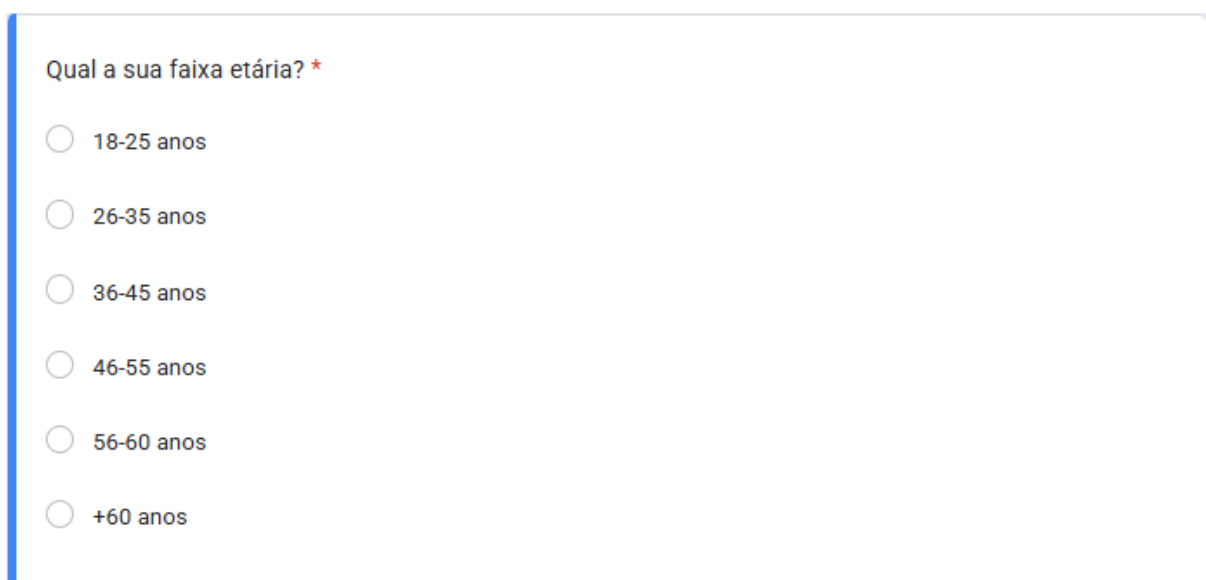
Como exposto no Item 9, durante o período de 2022 a 2024 foi realizada a coleta de dados há respeito do deslocamento da população na cidade de São Paulo.

Neste formulário foram questionados os seguintes tópicos:

1. Faixa Etária
2. Região em que residia
3. Região que costuma se deslocar
4. Motivo para as viagens
5. Horário que se desloca
6. O que acha do trânsito na cidade
7. Acredita que o trânsito melhoraria se as pessoas utilizassem mais o metrô?
8. Se não utiliza o metrô, o que precisa mudar para utilizar
9. Se você usa o metrô, o que deveria melhorar

Abaixo, nas Figuras 5 a 14, é exposto o formulário utilizando de forma remota e em campo para a obtenção das respostas.

Figura 5 – Faixa etária



Qual a sua faixa etária? *

- ☐ 18-25 anos
- ☐ 26-35 anos
- ☐ 36-45 anos
- ☐ 46-55 anos
- ☐ 56-60 anos
- ☐ +60 anos

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 6 – Região onde reside

Qual região da cidade você mora? *

- ☐ Zona Sul
- ☐ Zona Leste
- ☐ Zona Oeste
- ☐ Zona Norte
- ☐ Centro

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 7 – Região que se desloca

Para qual região da cidade você costuma se deslocar? *

- ☐ Zona Sul
- ☐ Zona Leste
- ☐ Zona Oeste
- ☐ Zona Norte
- ☐ Centro

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 8 – Motivo da viagem

Qual o motivo principal de suas viagens? *

☐ Trabalho

☐ Lazer

☐ Estudo

☐ Compras

☐ Viagem

☐ Outros

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 9 – Horário de deslocamento

Quais horários você utiliza esse meio de transporte? Escolha uma ou mais opções *

☐ 06:00 às 07:00

☐ 07:00 às 08:00

☐ 08:00 às 09:00

☐ 09:00 às 10:00

☐ 10:00 às 11:00

☐ 11:00 às 12:00

☐ 12:00 às 13:00

☐ 13:00 às 14:00

☐ 14:00 às 15:00

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 10 – Horário de deslocamento

- ☐ 15:00 às 16:00
- ☐ 16:00 às 17:00
- ☐ 17:00 às 18:00
- ☐ 18:00 às 19:00
- ☐ 19:00 às 20:00
- ☐ 20:00 às 21:00
- ☐ 21:00 às 22:00
- ☐ 22:00 às 23:00
- ☐ 23:00 às 00:00

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 11 – Opinião sobre o trânsito

O que você acha do trânsito da sua cidade? *

- ☐ Ótimo
- ☐ Bom
- ☐ Regular
- ☐ Ruim
- ☐ Péssimo

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 12 – Opinião sobre mudança no modal

Acredita que o trânsito melhoraria se as pessoas utilizassem mais o metrô? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 13 – Mudança para o metrô

Se você não usa metrô, o que deveria haver para passar a usar? *

- ☐ Segurança
- ☐ Preço mais acessível
- ☐ Menor tempo de espera
- ☐ Maior quantidade de estações de metrô
- ☐ Outros...

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 14 – Pontos de melhoria no metrô

...

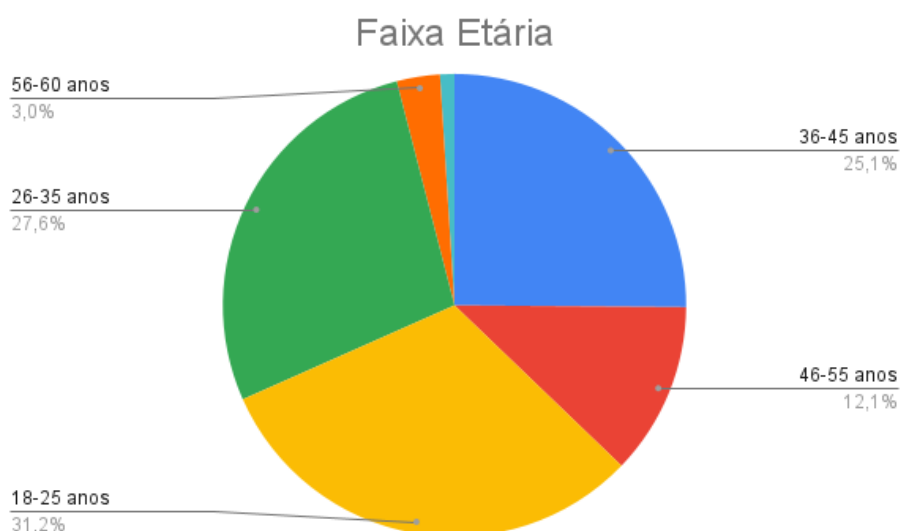
Se você usa metrô, o que deve melhorar? *

- ☐ Segurança
- ☐ Preço mais acessível
- ☐ Menor tempo de espera
- ☐ Maior quantidade de estações de metrô
- ☐ Outros...

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A partir das respostas obtidas na pesquisa de campo e remota, elaborou-se os gráficos (Figura 15 a Figura 20).

Figura 15 - Faixa Etária



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 - Região onde se desloca



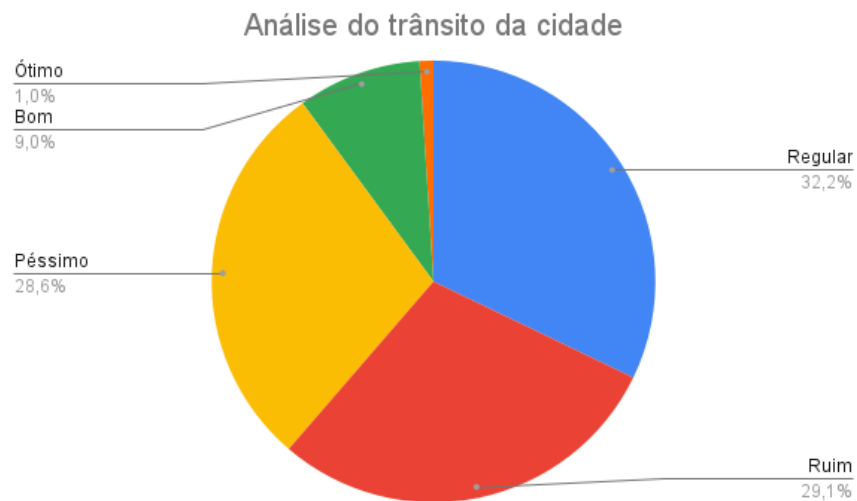
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Região onde mora



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 - Análise do trânsito da cidade



Fonte: Elaborado pelo autor

Acredita que o trânsito melhoraria se as pessoas utilizassem mais o metrô?



Motivos para o deslocamento



41

Analisando a métrica de motivos para deslocamento, nota-se que 47% da população utiliza o metrô e o ônibus para ir ao trabalho, comprovando, dessa maneira, a suspeita inicial.

10.2. IMPACTO NO MEIO AMBIENTE

Os resultados preliminares obtidos durante este estudo mostram que os meios de transporte com motor de combustão interna, como os ônibus a diesel e carros particulares, têm um significativo efeito ambiental na cidade de São Paulo. Segundos informações obtidas no site da CETESB (2024), a maior parte dos poluentes encontrados na atmosfera, liberados em perímetro urbano, provém do setor de transportes, principalmente dos veículos alimentados por combustíveis fósseis.

Os automóveis particulares, em sua maioria movidos a gasolina ou etanol, representam a principal fonte de emissão per capita de gases de efeito estufa (GEE) nas cidades. Segundo o IEMA (2021), a emissão de CO₂ por passageiro em carros é mais de quatro vezes maior do que em modais coletivos. Isso se deve ao baixo número de ocupantes por veículo e à ineficiência energética, especialmente em congestionamentos urbanos.

A frota de ônibus urbanos de São Paulo, em grande parte movida a diesel, é uma das principais fontes de emissão de material particulado fino (MP2,5), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos não queimados. Esses poluentes têm relação direta com problemas respiratórios e cardiovasculares, afetando especialmente a população mais vulnerável. Apesar de transportar mais passageiros do que os carros, os ônibus convencionais ainda geram impacto ambiental relevante. A substituição por modelos elétricos ou híbridos surge como alternativa estratégica.

O metrô de São Paulo é um dos modais mais eficientes do ponto de vista ambiental. Movido integralmente a energia elétrica, o sistema apresenta emissão praticamente nula de poluentes atmosféricos locais. Segundo o Metrô SP (2023), o sistema emite cerca de 90% menos CO₂ por passageiro/km em comparação com os automóveis. Além disso, o metrô contribui para a redução do congestionamento e da pressão sobre a infraestrutura viária, com benefícios indiretos à qualidade do ar.

10.3. ECONOMIA COM A TROCA DO MODAL

Para enriquecer este trabalho, foi elaborado um comparativo referente a utilização do metrô em conjunto com o ônibus invés da utilização do automóvel particular. A comparação levou em consideração dados de fevereiro de 2025, como combustível, preço do pedágio, IPVA e o ticket médio de estacionamento na cidade de São Paulo.

O carro utilizado para este estudo foi um Renault Kwid ano 2023, com um custo de R\$ 53.361,00 (FIPE,2024), com uma taxa de depreciação de 11% ao ano e IPVA de 4% sobre o valor do carro. Além disso, adotou-se que o consumo por litro do automóvel é de 10 Km/l, um valor médio de R\$ 280,00 de estacionamento, R\$180,00 para lavagem mensal do carro e 12000 Km rodados no ano.

Todos esses dados foram compilados nas tabelas apresentadas abaixo.

Tabela 02 – Gasto anual para manter um Carro

Gasto Médio de um Carro em São Paulo - Ano	
Tipo	Valor Médio
Combustível	R\$ 7248,00
Depreciação	R\$ 5820,00
Estacionamento	R\$ 3360,00
IPVA e Licenciamento	R\$ 2134,44
Manutenção	R\$ 900,00
Pedágio	R\$ 1200,00
Lavagem	R\$ 2160,00
Somatório Final	R\$ 22822,44

Para o metrô e Ônibus foram utilizados dados de número de viagens mensal e anual, bem como a adoção do cartão mensal integrado ofertado pela SPTrans.

Sendo assim, adotando um número de 3 viagens ao dia durante os 31 dias do mês, chegamos aos valores apresentados na Tabela 03 abaixo.

Tabela 03 – Gasto anual para andar de metrô e Ônibus

Gasto Médio para andar de metrô em São Paulo		
Tipo	Valor Médio - Mês	Valor Médio - Ano
Nº de viagens	93 viagens	1116 viagens
Ticket	R\$ 5,20	R\$ 5803,20
Cartão Mensal	R\$ 392,08	R\$ 4704,96

Dessa forma, após a exposição dos dados acima, é notório a discrepância do custo para se locomover de transporte próprio do que transporte público. Com base nos dados fornecidos acima, podemos chegar aos seguintes valores, para cada modo:

Para quem optar por comprar 3 (três) ticket para o metrô e ônibus, temos a seguinte redução de custos.

$$\text{Redução no custo} = \frac{22822,44}{5803,20} = 3,93x$$

Assim, utilizar o metrô via compra de ticket é 3,93x mais barato do que ter um carro próprio na capital.

Agora, para quem optar por comprar o cartão mensal para o metrô e ônibus, temos a seguinte redução de custos.

$$\text{Redução no custo} = \frac{22822,44}{4704,96} = 4,85x$$

Dessa forma, optar pela adoção do cartão mensal e a locomoção pelo modais de transportes em massa, como o metrô é ônibus fica, aproximadamente, 4,85x mais barato do que ter um carro próprio na capital.

10.4. REDUÇÃO NA EMISSÃO

Analisar a melhoria da qualidade de vida e não levar em consideração os aspectos relacionados à emissão de poluentes seria um tanto quanto errôneo.

A cidade de São Paulo contempla umas das maiores frotas de automotores do país, segundo o IBGE, a capital paulista conta com mais de 9 milhões de automóveis. Além disso, caminhões, motocicletas e ônibus auxiliam na emissão de poluentes na atmosfera.

Segundo a IEMA (2021), a emissão de CO₂ por passageiro em carros é mais de quatro vezes maior do que em modais coletivos. Atrelado a esse dado, a capacidade de transporte dos modais coletivos é extremamente superior à dos carros, logo, a emissão para transportar a mesma quantidade de pessoas se torna um ponto de extrema atenção para os órgãos governamentais.

Abaixo, temos duas Tabelas 04 e 05 para a apresentação dos parâmetros que serão utilizados.

Tabela 04 – Parâmetros adotados

Modal	Distância Anual	Fator de Emissão				
		CO ₂	NO _x	HC	SO _x	CO
Carro	12000 Km	180	0,25	0,20	0,03	2,3
Ônibus	50000 Km	1100	7,5	0,7	0,45	1
Moto	8000 Km	80	0,15	0,5	0,01	5
Caminhão	60000 Km	900	6,5	0,6	0,4	0,8
Metrô	250000 Km	12	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 05 – Frota de veículos

Modal	Frota Atual
Carro	6359914
Ônibus	12000
Moto	1292645
Caminhão	146854

Fonte: IBGE, 2024

Com esses dados iremos efetuar o cálculo de emissão de poluentes de cada tipo de transporte e cada poluente dentre os citados. Destaca-se que os fatores, no primeiro momento, se encontram em $\frac{g}{Km}$. Posteriormente, serão apresentados os dados levando em consideração a quantidade de pessoas utilizando o transporte., trazendo um aspecto mais detalhista a análise.

A Tabela 06 foi elaborada a partir da multiplicação dos fatores de emissão de cada um dos gases com a frota do modal e a distância percorrida pelo meio de transporte correspondente. Dessa maneira, chegamos aos seguintes valores.

Tabela 06 – Emissão de poluentes

Modal	Emissão ($\frac{Ton}{Ano}$)				
	CO₂	NO_x	HC	SO_x	CO
Carro	13737414	19080	15264	2290	175534
Ônibus	6600000	4500	420	270	600
Moto	827293	1551	5171	103	51706
Caminhão	7930116	57273	5287	3524	7049
Metrô	783	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Só por essa análise visualiza-se o quão prejudicial é a utilização dos veículos automotores. Para todos os gases de estudo, ele contém os maiores níveis de emissão e ao levarmos em consideração a relação de emissão com

a quantidade de pessoas que podem ser transportadas, o cenário se torna cada vez mais grave e sério.

Por fim, a Tabela 07 apresenta valores de ocupação média para os modais. Destaca-se que para os caminhões não haverá variação de passageiros, visto que, eles transportam cargas e, normalmente, não entram em cenários de comparação de emissão por passageiro.km.

Tabela 07 – Ocupação Média

Modal	Ocupação Média
Carro	2
Ônibus	60
Moto	1,2
Caminhão	1

Fonte: CET

Com isso, vamos obter o fator Emissão por passageiros.km através da divisão do fator de emissão apresentado na Tabela 08 com a sua respectiva ocupação média. Sendo assim, obtendo os seguintes valores:

Tabela 08 – Emissão passageiros.km

Modal	Emissão passageiros.km				
	<i>CO₂</i>	<i>NO_x</i>	<i>HC</i>	<i>SO_x</i>	<i>CO</i>
Carro	90	0,125	0,10	0,0015	1,15
Ônibus	18,3	0,125	0,012	0,0075	0,0167
Moto	66,67	0,13	0,42	0,01	4,17
Metrô	12	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir disso, podemos realizar alguns cálculos para entendermos a importância da utilização dos transportes de massa como principais formas de locomoção na cidade de São Paulo. Inicialmente, vamos calcular a quantidade mínima necessária de carros para transportar o equivalente de pessoas que o metrô transporta.

$$\begin{aligned} 1 \text{ carro} &= 5 \text{ pessoas} \\ 1 \text{ Metrô} &= 1000 \text{ pessoas} \\ \frac{1000 \text{ pessoas}}{5 \text{ pessoas}} &= 200 \text{ carros} \end{aligned}$$

Dessa forma, para deslocar a mesma quantidade de pessoas que um metrô é necessários 200 carros a mais nas ruas, levando em consideração que todos os veículos estejam cheios.

De certa forma, tal métrica é irreal, visto que, a média de pessoas transportadas por veículo é de 2 pessoas. Refazendo os cálculos, temos que:

$$\begin{aligned} 1 \text{ carro} &= 2 \text{ pessoas} \\ 1 \text{ Metrô} &= 1000 \text{ pessoas} \\ \frac{1000 \text{ pessoas}}{2 \text{ pessoas}} &= 500 \text{ carros} \end{aligned}$$

Nessa nova métrica observamos que o número quase dobra. Podemos ver o tamanho da importância do metrô para o meio ambiente.

Trazendo a análise para os ônibus:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ônibus} &= 60 \text{ pessoas} \\ 1 \text{ Metrô} &= 1000 \text{ pessoas} \\ \frac{1000 \text{ pessoas}}{60 \text{ pessoas}} &= 16,67 \text{ ônibus} = 17 \text{ ônibus} \end{aligned}$$

A Tabela 09 mostram os valores equivalentes para transportar um mil (1000) pessoas entre os modais de transportes.

Tabela 09 – Equivalência para transporte

Modal	Equivalência
Carro	500
Moto	834
Ônibus	17
Metrô	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta análise preliminar, é possível observar que são necessários muitos carros e motos para transportar a quantidade que cabe em um metrô. Vamos ampliar a análise para uma média de pessoas que utilizam o transporte de massa na cidade de São Paulo. Em média, 4 milhões de pessoas utilizando o metrô na capital paulistana (Metrô, 2024). Iremos adotar este número e verificar a equivalência dos outros modais e a emissão de poluentes.

Tabela 10 – Parâmetros adotados

Modal	Equivalência	Emissão de Poluentes				
		CO_2	NO_x	HC	SO_x	CO
Carro	200000	180,0	0,25	0,20	0,03	2,3
Ônibus	66667	1,22	0,0083	0,0008	0,0005	0,0011
Moto	3333334	222,2	0,4167	1,3889	0,0278	13,889
Metrô	4000	0,048	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Ressalta-se que os valores de Emissão de Poluentes se encontram em

$\left(\frac{ton}{km}\right)$.

11. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, podemos concluir a extrema importância da utilização dos transportes em massa nas cidades com grandes populações. À medida que o número de pessoas aumenta a emissão, consequentemente, sobe em meios de transportes individuais. A partir do momento que passamos a verificar cenários de transportes de massa, a emissão dos mesmos gases se torna menor quando comparada aos individuais

Para a média de pessoas que utilizam o metrô diariamente, nota-se que há uma redução de, aproximadamente, 97% na emissão de gás carbônico caso elas não utilizem os carros próprios. Além disso, foi apresentado a não utilização do carro e o uso do metrô mostra uma redução de 4x no valor gasto anualmente com transporte, sendo interessante quando analisamos o viés econômico. Dessa maneira, podemos entender que a melhoria da qualidade de vida na cidade de São Paulo passa pelos seguintes tópicos:

1. Economia com os transporte de massa;
2. Redução do estresse com o trânsito;
3. Otimização de tempo nos deslocamentos;
4. Melhoria na qualidade do ar, visto que a adoção do metrô diminui 97% de CO2 emitido.

Entretanto, para que tal desenvolvimento e melhoria na qualidade de vida seja efetivo, cabe ao Governo Estadual e Municipal adotar leis e medidas que incentivem a utilização dos transportes em massa. Somado a isso, é necessário um desenvolvimento das linhas, sejam elas do metrô e ônibus, para que possa abranger o maior número de regiões da capital, o aumento de metrôs e ônibus e da segurança nas estações.

Portanto, a melhoria na qualidade de vida na cidade de São Paulo está intrinsecamente ligada a adoção dos transportes de massa.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. *Sistema de informações da mobilidade urbana – indicadores de desempenho 2020*. São Paulo: ANTP, 2021. Disponível em: <http://www.antp.org.br>. Acesso em: 21 maio 2025.

AVENTURAS NA HISTÓRIA. *Primeiro metrô do mundo foi inaugurado antes mesmo da Proclamação da República no Brasil*. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/reportagem/primeiro-metro-do-mundo-foi-inaugurado-antes-mesmo-da-proclamacao-da-republica-no-brasil.phtml>. Acesso em: 03 abril 2025.

CETESB. *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2023*. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2024.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Relatório do inventário de emissões veiculares do Estado de São Paulo: ano-base 2021*. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular>. Acesso em: 21 maio 2025.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. *Benefícios do metrô à cidade de São Paulo*. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/metro/sustentabilidade/beneficios/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ. *Frota e indicadores operacionais*. São Paulo: METRÔ, 2024. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/sua-viagem/operacao/frota.aspx>. Acesso em: 21 maio 2025.

EMBARQ BRASIL; WRI BRASIL. *Mobilidade urbana sustentável: fatores de emissão por modal e boas práticas internacionais*. Porto Alegre: WRI Brasil, 2016. Disponível em: <https://wribrasil.org.br>. Acesso em: 24 maio 2025.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – EEA. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>. Acesso em: 21 maio 2025.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS – FIPE. *Relatório Anual do Mercado de Veículos*. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://veiculos.fipe.org.br/>. Acesso em: 20 abr. 2025.

IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: Mobilidade Urbana*. Rio de Janeiro, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2023*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. *Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE*. Brasília: IBAMA, 2022. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/proconve>. Acesso em: 21 maio 2025.

INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. *Pesquisa de Mobilidade Urbana 2024 – IPEC*. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2024/04/Relatorio-Mobilidade-2024.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2025.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. *Inventário de emissões atmosféricas do transporte rodoviário de passageiros no Brasil: 2019*. São Paulo: IEMA, 2021.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). *Transporte público e emissões: uma análise das emissões atmosféricas e climáticas do transporte público por ônibus nos municípios brasileiros*. São Paulo: IEMA, 2021. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br>. Acesso em: 24 maio 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 2: Energy. Kanagawa: IGES, 2006. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl>. Acesso em: 24 maio 2025.

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA-GEE METRÔ DE SÃO PAULO 2024.

METRÔ SP. *Benefícios Sociais*. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/metro/sustentabilidade/beneficios/>. Acesso em: 03 abril 2025.

OLIVEIRA, João Pedro de. *Impacto ambiental da frota veicular urbana: análise comparativa entre combustíveis*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

PORTAL DO TRÂNSITO. *Saiba mais sobre a história do metrô no Brasil*. Disponível em: <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/curiosidades/saiba-mais-sobre-a-historia-do-metro-no-brasil/>. Acesso em: 03 abril 2025.

REDE NOSSA SÃO PAULO. *Viver em São Paulo: Mobilidade Urbana*. São Paulo: Instituto Cidades Sustentáveis, 2024. Disponível em: <https://www.nossasaopaulo.org.br/>. Acesso em: 19 abr. 2025.

SÃO PAULO (Cidade). *Plano de Mobilidade Urbana de São Paulo (PlanMob-SP)*. São Paulo: Prefeitura Municipal, 2021. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/planmob/>. Acesso em: 03 março 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. *Indicadores de Sustentabilidade Ambiental Urbana*. São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/. Acesso em: 03 maio 2025.

SENATRAN – Secretaria Nacional de Trânsito. *Estatísticas da frota de veículos no Brasil*. Brasília: Ministério dos Transportes, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito>. Acesso em: 24 maio 2025.

SILVA, Rodrigo Alves da. *Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos por veículos automotores no Brasil*. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

SOS SALVADOR. *Vantagens e desvantagens de um Metrô*. Disponível em: <https://sossalvador2016.blogspot.com/2016/06/vantagens-e-desvantagens-de-um-metro.html>. Acesso em: 03 abril 2025.

SPTRANS. *Sistema de Transporte Coletivo Municipal*. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.sptrans.com.br/>. Acesso em: 24 abril 2025.

SPTRANS – São Paulo Transporte S/A. *Frota operacional de ônibus da cidade de São Paulo*. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.sptrans.com.br>. Acesso em: 24 maio 2025.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcantara de. *Transporte urbano, equidade e pobreza: diretrizes para políticas públicas*. 2. ed. Brasília: IPEA, 2000