

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

VICENTE AUGUSTO CHIODI

MOBILIDADE SUSTENTÁVEL INTEGRADA

Ilha Solteira
2023

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

VICENTE AUGUSTO CHIODI

“MOBILIDADE SUSTENTÁVEL INTEGRADA”

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Profa. Dra. Luzenira Alves Brasileiro
Orientadora

Ilha Solteira – SP

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

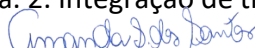
C539m Chiodi, Vicente Augusto.
Mobilidade sustentável integrada / Vicente Augusto Chiodi. -- Ilha Solteira:
[s.n.], 2023
41 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Luzenira Alves Brasileiro

Inclui bibliografia

1. Mobilidade urbana. 2. Integração de transportes. 3. Gases poluentes.


Amanda Sertori dos Santos

Bibliotecária - CRB/8-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURSO : ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO : TRANSPORTES
REALIZADA EM : 01-12-2023
DISCENTE : VICENTE AUGUSTO CHIODI

COMISSÃO EXAMINADORA:

1. Prof^a Dr^a Luzenira Alves Brasileiro (Orientadora)
2. MsC. Rodrigo Andraus Bispo (Examinador)
3. Mestranda Ana Beatriz Lalue Vaz (Examinadora)

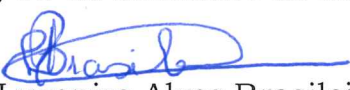
TÍTULO: MOBILIDADE SUSTENTÁVEL INTEGRADA

Local: Sala de Reuniões do DEC

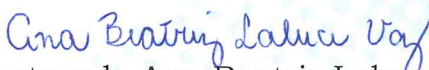
Horário de início: 14:00 horas

Em sessão pública, após exposição em torno de 40 (quarenta minutos), o discente foi arguida oralmente, e no final da exposição foi **APROVADO**, pelos membros componentes da Comissão Examinadora. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ATA, a qual é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pela discente.....

Ilha Solteira, 01 de dezembro de 2023.


Prof^a. Dr^a. Luzenira Alves Brasileiro
(Orientadora)


MsC Rodrigo Andraus Bispo
(Examinador)


Mestranda Ana Beatriz Lalue Vaz
(Examinadora)

Ciente: 

Discente: Vicente Augusto Chiodi

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar presente em minha vida.

Aos meus pais, Mauricio Chiodi e Lucineia Chiodi, por todo o conhecimento de vida passado e por sempre estarem comigo e me apoiarem em minhas decisões. A minha irmã Ana Chiodi e a minha namorada Camila Alcantara.

A minha orientadora, Professora Doutora Luzenira Alves Brasileiro, por todo o conhecimento transmitido e por acreditar no meu projeto.

Também quero agradecer a todos os demais professores que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação pessoal e profissional. Suas aulas concretizaram minha compreensão e me inspiraram a buscar excelência acadêmica.

Por fim, a todos os meus amigos que sempre me auxiliaram e caminharam comigo durante os cinco anos de curso.

RESUMO

A mobilidade urbana é essencial para criar cidades mais sustentáveis e eficientes. Seu estudo é fundamental para o desenvolvimento de infraestruturas adequadas, redução de congestionamentos e melhorias na qualidade do ar. Neste sentido, este trabalho apresenta o estudo da mobilidade urbana da cidade de Rio Verde – GO, considerando a distribuição da locomoção dos cidadãos por tipo de veículos. Para esse estudo, realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica para analisar a mobilidade urbana e seus impactos na qualidade de vida das pessoas e nos aspectos ambientais, além de comparar os dados do Censo IBGE 2022 com uma pesquisa realizada nas ruas de Rio Verde – GO. Com a pesquisa realizada, através de formulário, constatou-se que a maioria da população, cerca de 65% se locomovem utilizando carros, seguido por 18% de pessoas que utilizam motos, dados estes que corroboram com os números apresentados pelo Censo IBGE de 2022 com respectivamente 54% e 32%. Esses números indicam que a cidade precisa se atentar à planos de mobilidade urbana sustentáveis e alternativos, uma vez que estes veículos motorizados possuem alta taxa de emissão de gases poluentes, cerca de 40 vezes mais que carros elétricos para uma rota determinada na cidade de Rio Verde proposta nesse estudo. Sendo assim, este estudo possibilitou uma proposta de mobilidade urbana para a cidade de Rio Verde – GO, complementando o Plano Diretor da Câmara municipal. O presente trabalho possibilitou novas percepções acerca das variáveis da mobilidade urbana e a importância de uma integração de transporte sustentável e limpa.

Palavras-chave: mobilidade urbana, integração de transportes, gases poluentes.

ABSTRACT

Urban mobility is essential to create more sustainable and efficient cities. Its study is essential for the development of adequate infrastructure, reduction of congestion and improvements in air quality. In this sense, this work presents the study of urban mobility in the city of Rio Verde – GO, considering the distribution of citizens' movement by type of vehicle. For this study, extensive bibliographical research was carried out to analyze urban mobility and its impacts on people's quality of life and environmental aspects, in addition to comparing data from the IBGE 2022 Census with a survey carried out on the streets of Rio Verde – GO. With the research carried out, using a form, it was found that most of the population, around 65%, travel using cars, followed by 18% of people who use motorbikes, data that corroborates the numbers presented by the 2022 IBGE Census with respectively 54% and 32%. These numbers indicate that the city needs to pay attention to sustainable and alternative urban mobility plans, since these motorized vehicles have a high rate of polluting gas emissions, around 40 times more than electric cars for a given route in the city of Rio Verde. proposed in this study. Therefore, this study enabled an urban mobility proposal for the city of Rio Verde – GO, complementing the City Council's Master Plan. The present work enabled new insights into the variables of urban mobility and the importance of sustainable and clean transport integration.

Keywords: urban mobility, transport integration, polluting gases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da frota de veículos no Brasil nos anos 2000.....	16
Figura 2 – Dados da pesquisa aplicada aos cidadãos de Rio Verde – GO.....	31
Figura 3 – Dados da pesquisa aplicada aos cidadãos de Rio Verde – GO.....	31
Figura 4 - Distância dos extremos da cidade de Rio Verde – GO.....	34
Figura 5 - Local de instalação da ciclovia para a cidade de Rio Verde – GO.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de meio de transporte na cidade de Rio Verde – GO.....	24
Tabela 2 – Evolução de habitantes e veículos motorizados nos últimos anos em Rio Verde – GO.	24
Tabela 3 – Taxa de aumento de habitantes e veículos nos períodos de 2016 a 2018 e 2018 a 2022.....	24
Tabela 4 – Artigo 58 do Plano Diretor da cidade de Rio Verde – GO.	25
Tabela 5 - Artigo 59 do Plano Diretor da cidade de Rio Verde – GO.	25
Tabela 6 - Artigo 61 do Plano Diretor da cidade de Rio Verde – GO.	26
Tabela 7 – Distribuição de tipos de transporte por faixa etária em Rio Verde – GO.....	32

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS.....	13
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1.	MOBILIDADE URBANA	14
3.1.1	MOBILIDADE URBANA NO BRASIL	15
3.2.	INTEGRAÇÃO DE TRANSPORTES	17
3.3.	EMIÇÃO DE POLUENTES	19
3.3.1	EMIÇÃO DE CO ₂ EM VEÍCULOS DE COMBUSTÃO X VEÍCULOS ELÉTRICOS	21
3.4.	ANALISE LITERÁRIA DA MOBILIDADE URBANA DE RIO VERDE	23
4.	METODOLOGIA	28
4.1.	PESQUISA IBGE.....	28
4.2.	ESTUDO DE CASO MOBILIDADE URBANA DE RIO VERDE	28
4.3.	CÁLCULO DA EMISSÃO DE CO ₂ DE UM VEÍCULO A COMBUSTÃO E UM VEÍCULO ELÉTRICO	28
4.4.	PESQUISA DE MOBILIDADE URBANA APLICADA EM RIO VERDE – GO.....	30
4.5.	PROPOSTA DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL	30
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1.	PESQUISA DE MOBILIDADE URBANA APLICADA EM RIO VERDE GO.....	31
5.2.	COMPARATIVO DA EMISSÃO DE CO ₂ DE UM VEÍCULO A COMBUSTÃO PARA UM VEÍCULO ELÉTRICO NA CIDADE DE RIO VERDE – GO.....	33
6.	PROPOSTA DE MOBILIDADE URBANA PARA A CIDADE DE RIO VERDE – GO.....	35
7.	CONCLUSÃO	38

8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
----	----------------------------------	----

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana vai além do simples deslocamento de pessoas de um lugar para outro. Ela engloba a capacidade de movimentação das pessoas dentro do ambiente urbano seja razões sociais, econômicas ou pessoais. Todos dependem da mobilidade urbana para se deslocar com eficiência e qualidade no interior da cidade.

A integração de transportes consiste na disseminação dos diversos meios de transporte urbano, como ônibus, metrô, automóveis, vans e balsas. É importante integrá-los, cada um de sua forma, para facilitar o tráfego de passageiros e pedestres. Os Sistemas Integrados de Transporte representam uma colaboração operacional que visa melhorar a acessibilidade dos usuários e reorganizar os serviços de transporte público. Essa integração se torna necessária quando operações isoladas apresentam problemas, como excesso de transferências, linhas sobrepostas, itinerários concorrentes, altos custos operacionais e falta de diretrizes claras (SEABRA, 2013).

O desenvolvimento sustentável, conforme definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMED, 1987) das Nações Unidas, é aquele que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades. Em outras palavras, é uma forma de desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. Nesse contexto, é crucial estabelecer uma conexão entre mobilidade urbana e desenvolvimento sustentável, uma vez que os meios de transporte frequentemente emitem gases poluentes, e seu uso indiscriminado pode apresentar sérias consequências para a qualidade de vida nas cidades (BARBIERI e SILVA, 2011).

Portanto, é fundamental adotar práticas de mobilidade urbana integrada e sustentável para garantir não apenas o deslocamento eficiente das pessoas, mas também para preservar o meio ambiente e promover um futuro melhor para as gerações futuras.

Tendo em vista o cenário exposto, através de um estudo de caso sobre a mobilidade de Rio Verde – GO, o presente trabalho evidencia os desafios da mobilidade urbana e reforça a importância da conscientização pública sobre os

impactos das emissões de gases poluentes dos veículos, bem como uma proposta de mobilidade urbana sustentável na cidade de Rio Verde – GO.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral: estudar e comparar os meios de transporte, além de levantar possibilidades de diminuição de seus impactos negativos na saúde e no meio ambiente.

Objetivos específicos:

- Estudo de caso de mobilidade urbana da cidade de Rio Verde – GO através de pesquisa aplicada via formulário e dados do IBGE;
- Proposta de mobilidade urbana sustentável na cidade de Rio Verde – GO.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. MOBILIDADE URBANA

Mobilidade urbana consiste na capacidade das pessoas de se locomoverem dentro de áreas urbanas de forma eficiente e acessível. Envolve o deslocamento de indivíduos de um lugar para outro dentro das cidades, seja para ir ao trabalho, à escola, aos serviços públicos, ou para atividades de lazer, de maneira que seja conveniente, segura, e, de preferência, sustentável (TERÁN, 2015).

De acordo com Campos (2006), a mobilidade urbana não se limita apenas ao transporte público, mas também inclui modos de transporte privados, como carros e bicicletas, além de novas formas de locomoção, como patinetes elétricos e veículos compartilhados. A qualidade da mobilidade urbana afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas em áreas urbanas.

A mobilidade urbana enfrenta uma série de desafios complexos e interconectados, que variam de cidade para cidade, dependendo de fatores como densidade populacional, infraestrutura existente, planejamento urbano e políticas de transporte. Alguns dos principais desafios incluem congestionamento, desigualdade no acesso ao transporte, falta de integração no sistema de transporte, infraestrutura inadequada para ciclistas e pedestres, tecnologia desatualizada, altas taxas de acidentes de trânsito e falta de investimento em transporte público. Estudar esses desafios exige uma análise integrada e aprofundada que envolva planejamento urbano sustentável, investimentos em transporte público, incentivos para modos de transporte mais sustentáveis e o uso de tecnologias inovadoras para melhorar a eficiência e a segurança do sistema de mobilidade urbana (RODRIGUES *et al.*, 2022).

Assim, para que uma mobilidade urbana seja eficiente, ela deve contribuir para a redução de congestionamentos, diminuição da poluição do ar, melhorar a segurança nas ruas e promover uma distribuição mais equitativa dos recursos urbanos. Em suma, a mobilidade urbana busca criar sistemas de transporte que sejam acessíveis, seguros, sustentáveis, e que atendam às necessidades de todos os cidadãos de uma cidade (VASCONCELOS *et al.*, 2011).

A mobilidade urbana sustentável é fundamental para melhorar a qualidade de vida nas cidades, garantindo o direito de ir e vir das pessoas de forma prática, eficiente e sem prejudicar o meio ambiente. Esse conceito implica no uso de meios de transporte eficientes, limpos e seguros, evitando congestionamentos e promovendo a integração com a sustentabilidade ambiental (CAMPOS, 2006).

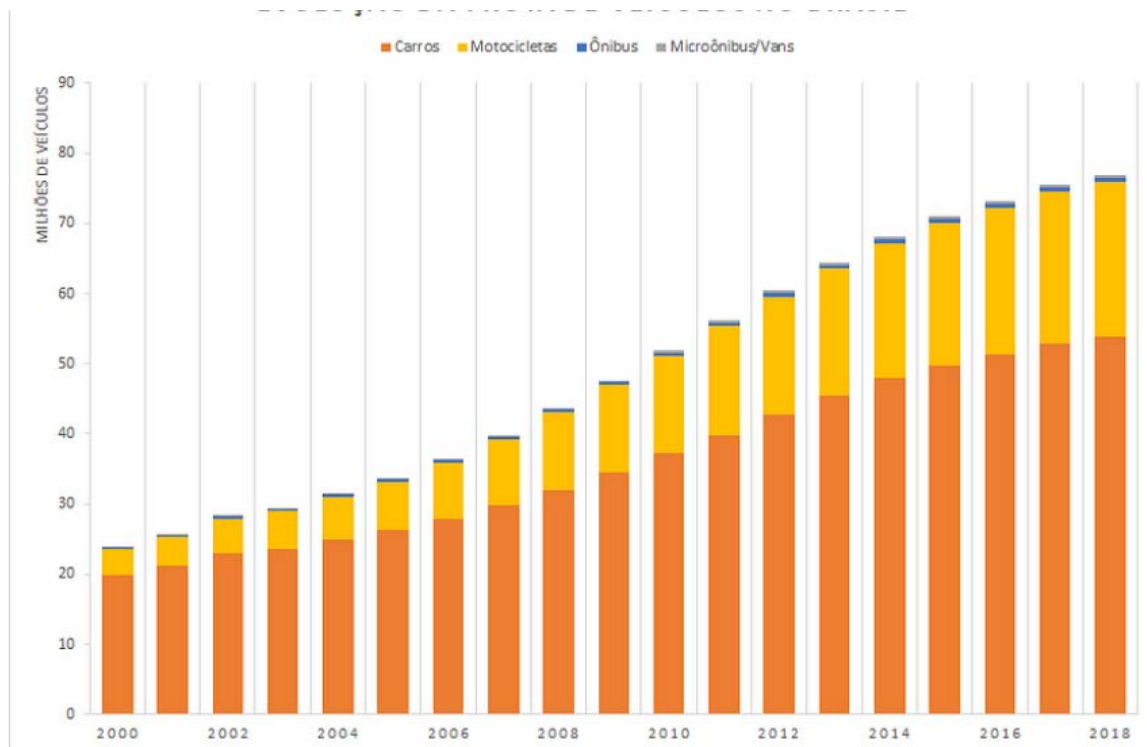
3.1.1 MOBILIDADE URBANA NO BRASIL

No Brasil, o desafio da mobilidade urbana está diretamente relacionado ao rápido crescimento urbano. Ao longo das décadas, a evolução da mobilidade urbana brasileira foi marcada por uma série de impactos significativos. Durante o período de expansão e modernização entre 1930 e 1960, com a chegada das grandes indústrias, houve um crescimento rápido, mas sem um planejamento eficaz. Nos anos 1980, a crise econômica resultou em uma deterioração dos serviços de transporte público, enquanto existiu nos anos 1990 privatizações e a introdução de novas tecnologias (CARVALHO, 2011).

Segundo Carvalho (2016), o crescimento econômico dos anos 2000 trouxe consigo desafios como o aumento da posse de veículos particulares, congestionamentos e poluição do ar. No entanto, também incentivou investimentos em mobilidade sustentável, como expansão do metrô, corredores de ônibus e ciclovias. Nos tempos mais recentes, a introdução de aplicativos de transporte compartilhado e veículos elétricos está transformando o cenário da mobilidade urbana.

A Figura 1 abaixo ilustra o crescimento da frota de veículos no Brasil a partir do ano 2000 até 2018.

Figura 1 – Evolução da frota de veículos no Brasil nos anos 2000.



Fonte: time de pesquisa da empresa 99 (2019).

A partir do gráfico apresentado pelo time de pesquisa da empresa 99, constata-se que a frota de carros cresceu 45% no Brasil entre 2010 e 2018, e, a de motos, 58%. Essa evolução reflete uma busca contínua por soluções para problemas persistentes, incluindo congestionamentos, poluição e falta de acessibilidade. Os desafios enfrentados ao longo dos anos no Brasil destacam a necessidade de um planejamento integrado e sustentável, promovendo não apenas o crescimento da infraestrutura, mas também a equidade no acesso aos serviços de transporte público e a consideração pelo meio ambiente.

A mobilidade urbana sustentável propõe soluções integradas para esse cenário desafiador, o que inclui o planejamento de cidades brasileiras densas, voltadas para o transporte público, com extensas e otimizadas malhas viárias. Além disso, incentiva o uso de meios de transporte alternativos como bicicletas e patinetes elétricos, promove o rodízio de carros e estimula a prática da caminhada. Essas medidas não apenas reduzem o impacto ambiental, mas também aliviam o tráfego, tornando a mobilidade urbana mais eficiente para todos os cidadãos (CARVALHO, 2016).

Para alcançar uma mobilidade urbana verdadeiramente sustentável, é essencial que as autoridades do Brasil invistam em melhorias nos sistemas de transporte público, garantindo que sejam acessíveis, eficazes e seguros. Além disso, é crucial controlar o uso excessivo de veículos individuais, promovendo o compartilhamento e a adoção de veículos elétricos, que são mais limpos e eficientes em termos de energia (FREITAS *et al.*, 2015).

Assim, pode-se dizer que a mobilidade urbana sustentável é uma necessidade para as cidades modernas. É um direito básico dos cidadãos ter acesso a sistemas de transporte eficientes e seguros, sem comprometer o meio ambiente. O investimento em transporte público de qualidade, o estímulo ao uso de meios de transporte alternativos e o controle do uso excessivo de veículos individuais são passos essenciais para alcançar esse objetivo, promovendo cidades mais saudáveis e habitáveis para todos (PEREIRA *et al.*, 2021).

3.2. INTEGRAÇÃO DE TRANSPORTES

A integração de transporte refere-se à coordenação e à interconexão dos diferentes modos de transporte em uma área específica, como uma cidade ou região. Seu objetivo é otimizar e facilitar o deslocamento dos passageiros entre diferentes meios de transporte, como ônibus, trens, metrô, bicicletas e até mesmo barcos, proporcionando uma transição suave e eficiente de um modo para outro (FUJIWARA *et al.*, 2017).

Essa integração pode envolver a criação de estações de transferência bem localizadas, onde os passageiros podem trocar de um meio de transporte para outro sem dificuldades. Além disso, sistemas de pagamento unificados, como cartões inteligentes ou bilhetes únicos, permitem que os usuários utilizem diferentes formas de transporte com um único meio de pagamento.

Segundo Marins e Romero (2012), a integração de transporte é um conceito essencial no cenário de mobilidade urbana, uma vez que é responsável por proporcionar uma experiência de deslocamento mais fluida e conveniente para os cidadãos. Essa abordagem integrada traz consigo diversos benefícios para as cidades e seus habitantes, os quais podem ser resumidos a:

- **Eficiência no Deslocamento:** a integração permite uma transição suave entre diferentes modos de transporte, como ônibus, metrô, trens e bicicletas. Isso otimiza o tempo de viagem e reduz a necessidade de deslocamentos desnecessários, tornando o sistema de transporte mais eficiente;
- **Redução do Tráfego e Congestionamento:** ao oferecer opções de transporte integradas e eficientes, as cidades podem reduzir o número de veículos individuais nas ruas, minimizando congestionamentos e melhorando a fluidez do tráfego;
- **Sustentabilidade Ambiental:** a integração urbana muitas vezes promove o uso de modos de transporte mais sustentáveis, como transporte público e ciclovias. Isso contribui para a redução das emissões de poluentes do ar;
- **Acessibilidade para Todos:** a integração efetiva torna o sistema de transporte mais acessível para todas as camadas da sociedade, incluindo pessoas com mobilidade reduzida. Isso promove a inclusão social ao garantir que o transporte público seja facilmente acessível a todos;
- **Economia de Custos:** ao permitir que os passageiros utilizem diferentes modos de transporte com um único bilhete ou cartão de transporte, a integração reduz os custos globais de deslocamento para os usuários. Isso pode incentivar mais pessoas a adotarem o transporte público, especialmente em áreas urbanas congestionadas;
- **Desenvolvimento Urbano Sustentável:** a integração urbana pode ser um catalisador para o desenvolvimento sustentável, incentivando a criação de áreas urbanas mais compactas e densas, conectadas por sistemas de transporte eficientes. Isso pode reduzir a necessidade de expansão urbana descontrolada;
- **Melhoria na Qualidade de Vida:** com uma mobilidade urbana mais eficiente, as pessoas experimentam menos estresse relacionado ao trânsito, passam menos tempo em deslocamentos e têm mais tempo

livre. Isso contribui para uma melhoria geral na qualidade de vida dos residentes urbanos.

De acordo com Xavier (2007), o qual estudou sobre o cicloativismo no Brasil, a integração de transportes não é apenas uma conveniência para os passageiros, mas também uma estratégia eficaz para racionalizar o uso de recursos, reduzir custos operacionais e melhorar a circulação urbana. Ao interligar os modos de transporte, os sistemas integrados ajudam a minimizar a poluição do ar e a congestionamento nas ruas, promovendo assim a preservação ambiental.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação bem-sucedida da integração de transportes não é uma abordagem universal. De acordo com Lima *et. al* (2019), cada cidade tem suas próprias necessidades e desafios específicos e a localização adequada dos terminais desempenha um papel crucial. Caso os terminais não sejam estrategicamente localizados ou possuam características inadequadas, os passageiros podem ser prejudicados, o que acaba por comprometer a eficiência do sistema.

É fundamental que a integração seja acompanhada por melhorias na qualidade e velocidade dos serviços oferecidos nos principais corredores de transporte. Somente quando o sistema integrado proporciona maior conforto nas linhas principais e reduz o tempo de viagem e custos para os usuários, ele se torna verdadeiramente benéfico. Portanto, uma abordagem cuidadosa, adaptada às necessidades específicas de cada cidade, é essencial para garantir que a integração de transportes cumpra seu papel em melhorar a mobilidade urbana e a qualidade de vida para os cidadãos (ARAUJO *et al.*, 2011).

3.3. EMISSÃO DE POLUENTES

A mobilidade urbana, especialmente o deslocamento de veículos nessas áreas, tem um impacto significativo na emissão de poluentes atmosféricos. Os veículos movidos a combustíveis fósseis, como gasolina e diesel, são as principais fontes de poluentes do ar nas cidades.

Veículos como carros, ônibus, caminhões e motocicletas são os principais responsáveis na emissão de gases poluentes. Isso porque eles emitem gases nocivos, incluindo monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx),

hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SOx) e material particulado (MP). Essas substâncias prejudicam a saúde respiratória e contribuem para problemas como o "smog" fotoquímico e a chuva ácida (BARCZAK e DUARTE, 2012).

O smog fotoquímico é uma forma de poluição atmosférica formada pela reação entre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos na presença de luz solar, resultando em uma névoa nociva que afeta a saúde e o meio ambiente. O material particulado presente no ar, devido ao seu pequeno tamanho, pode penetrar nos pulmões e causar danos à saúde. A chuva ácida, por sua vez, é uma forma de precipitação com pH abaixo do normal, causada pela emissão de poluentes atmosféricos como dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, resultando em danos ao meio ambiente, plantas e estruturas. Além disso, essas emissões prejudicam a visibilidade, o que aumenta o risco de acidentes de trânsito, e causam desconforto aos pedestres que circulam próximos às vias de tráfego (CORREIA et al., 2021).

Segundo o IEMA (2021), de forma mais específica, os principais poluentes emitidos por veículos em áreas urbanas, bem como suas consequências na saúde e meio ambiente, são:

- Dióxido de Nitrogênio (NO₂): originado principalmente da queima de combustíveis em motores de veículos, o NO₂ é um poluente comum em áreas urbanas. Pode causar problemas respiratórios, irritação nos olhos e contribuir para a formação de chuva ácida;
- Particulados (PM): essas partículas minúsculas são liberadas durante a combustão de combustíveis fósseis e desgaste de pneus e freios. As partículas finas podem penetrar nos pulmões, causando problemas respiratórios e cardiovasculares.
- Monóxido de Carbono (CO): produto da queima incompleta de combustíveis, o CO é um poluente que pode afetar a capacidade do sangue de transportar oxigênio, levando a problemas de saúde, especialmente em áreas urbanas com tráfego intenso. Além disso, o monóxido de carbono é um dos principais gases responsáveis pelo aquecimento global;
- Hidrocarbonetos (HC): Emissões de hidrocarbonetos ocorrem durante a combustão incompleta de combustíveis. Esses compostos

podem contribuir para a formação de ozônio troposférico e têm efeitos adversos à saúde, como irritação respiratória, impactos cardiovasculares e no sistema nervoso;

- Ozônio Troposférico: Embora não seja diretamente emitido pelos veículos, o ozônio troposférico é formado a partir de reações químicas entre poluentes liberados, como óxidos de nitrogênio (NOx) e compostos orgânicos voláteis (COVs), na presença de luz solar. Elevados níveis de ozônio podem causar problemas respiratórios.

A problemática das emissões de gases pelos automóveis, especialmente nas áreas urbanas densamente povoadas, é uma questão crucial que exige uma solução imediata e eficaz. As evidências mostram que essa poluição afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas, contribuindo para problemas de saúde, deterioração ambiental e mudanças climáticas prejudiciais, assim como aponta a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020). A necessidade de reduzir drasticamente as emissões de gases dos veículos tornou-se não apenas uma questão de saúde pública, mas também uma urgência ambiental e climática (FRAGOMENI, 2012).

Dados do Inventário de Emissões Atmosféricas do Transporte Rodoviário de Passageiros no Município de São Paulo de 2017 mostram que os carros são os principais emissores de gases causadores do efeito estufa, apesar de abrangerem o transporte de apenas 30% da população (ESTADÃO SÃO PAULO, 2017).

O aumento da frota de veículos em áreas urbanas sem uma correspondente melhoria na eficiência dos veículos ou adoção de alternativas mais limpas contribui para a degradação da qualidade do ar nas cidades. Como consequência, muitas cidades têm implementado políticas para incentivar o uso de transporte público, veículos elétricos e bicicletas, visando reduzir as emissões de poluentes e melhorar a qualidade do ar urbano (TAVARES e AVELAR, 2023).

3.3.1 EMISSÃO DE CO₂ EM VEÍCULOS DE COMBUSTÃO X VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os meios de transporte automotivo desempenham um papel crucial no cenário de mobilidade brasileiro. De acordo com o IBGE (2021), mais de 110 milhões de veículos foram registrados no país em 2021, sendo que aproximadamente 60 milhões deles, são carros. Esses números apresentam um crescimento exponencial, contribuindo diretamente para a poluição atmosférica devido à emissão de Dióxido de Carbono (CO₂).

Segundo o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, em 2012, a emissão total de CO₂ atingiu cerca de 213 milhões de toneladas, sendo que os carros, isoladamente, foram responsáveis por 38% desse total, conforme relatório do MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013). A crescente emissão desses gases, conhecidos por contribuírem para o efeito estufa, tem gerado preocupações em escala global, resultando na realização de diversos acordos internacionais. Dentre eles, o acordo de Paris, no qual o Brasil assumiu o compromisso de reduzir suas emissões em 43% até o ano de 2030, destacando a importância de ações coletivas para combater o impacto ambiental causado pelo setor de transporte (BOCALON, 2022).

Diante dessa perspectiva, a indústria automotiva constatou que os veículos a combustão enfrentavam um futuro limitado. Como resposta a essa mudança, os investimentos em carros elétricos e híbridos têm crescido nos últimos anos. Grandes fabricantes, como a Volvo Cars, estabeleceram a meta de eletrificar completamente sua frota até o ano de 2030. Da mesma forma, a General Motors definiu como objetivo a interrupção na produção de carros movidos a combustíveis fósseis até 2035. Este movimento reflete a transformação significativa na indústria automotiva em direção a tecnologias mais sustentáveis e ecologicamente conscientes (BOCALON, 2022; MOORHOUSE e LAUFENBERG, 2010).

Uma pesquisa divulgada pelo Conselho Internacional de Transporte Limpo, que abrange todas as fases, desde a fabricação até a reciclagem ou descarte do veículo e seus componentes (HYDRO, 2023) revelou que os carros elétricos equipados com bateria de tamanho médio emitem significativamente menos carbono, entre 60% e 80%, ao longo de sua vida útil, quando em comparação com veículos convencionais equipados por motores a combustão.

No contexto brasileiro, onde 85% da eletricidade é proveniente de fontes renováveis, especialmente hidrelétricas, abastecer um carro elétrico ao longo de uma década resultaria em emissões equivalentes a apenas 17,6 toneladas de CO₂. Esse dado destaca não apenas a eficiência dos carros elétricos em termos de emissões, mas também ressalta o impacto positivo quando alimentados por fontes de energia limpa, contribuindo assim para a sustentabilidade ambiental (HYDRO, 2023).

Diante deste cenário, é fundamental que as autoridades incentivem a adoção de tecnologias de veículos mais limpos, promovendo o uso de um transporte público eficiente e implementando políticas de mobilidade urbana sustentável.

3.4. ANÁLISE LITERÁRIA DA MOBILIDADE URBANA DE RIO VERDE

O município de Rio Verde - GO ocupa uma área de 8.388 km² e está situado na região centro-oeste brasileira. Sua população foi estimada de 247.259 habitantes, de acordo com a estimativa do Cens IBGE de 2022.

Localizado no cerrado brasileiro, com um relevo plano e clima favorável, o município constitui-se um importante polo brasileiro de produção agropecuária. O estabelecimento de agroindústrias estimulou o crescimento da população urbana, atraindo contingentes populacionais em busca de trabalho relacionado ou não às atividades agroindustriais.

Segundo Oliveira et al (2012), ao longo dos anos houve o aumento da população em Rio Verde e, conseqüentemente, os conflitos urbanos se intensificaram muito, uma vez que ocorreu concomitantemente o aumento da busca pelos atendimentos de saúde, educação, segurança, justiça, saneamento ambiental, urbanização, mobilidade, lazer, dentre outros.

Os dados da última pesquisa do Censo IBGE (2022), conforme ilustra a Tabela 1, indicam que mais da metade do total de veículos de Rio Verde correspondem a automóveis, seguido por cerca de 32% de motos e 11% de caminhões.

Tabela 1 – Distribuição de meio de transporte na cidade de Rio Verde – GO.

Meio de transporte	Mobilidade (%)	Total veículos
Automóvel	54,260	82.949
Moto	32,740	50.061
Caminhão	11,280	17.244
Utilitário	0,986	1.502
Ônibus	0,730	1.123
Outros	0,004	6
Total	100	152.885

Fonte: CENSO IBGE, 2022.

De acordo com Silva et. al (2020), o amplo desenvolvimento do município de Rio Verde ocasionou em uma taxa de aumento de veículos superior ao de crescimento da população entre os anos de 2016 e 2018, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Evolução de habitantes e veículos motorizados nos últimos anos em Rio Verde – GO.

Ano	Habitantes	Veículos motorizados
2016	212.237	126.459
2018	229.651	139.003
2022	247.259	152.885

Fonte: Adaptado de SILVA et. al, 2020; CENSO IBGE, 2022.

Analisando a Tabela 2, é possível obter o aumento relativo entre 2016 e 2022 da quantidade de habitantes e veículos motorizados, o qual se encontra na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Taxa de aumento de habitantes e veículos nos períodos de 2016 a 2018 e 2018 a 2022.

Período	Habitantes	Veículos
2016 - 2018	7,58%	9,02%
2018 - 2022	7,12%	9,08%

Fonte: Próprio Autor.

Analisando a Tabela 2, nota-se que, embora o crescimento percentual do número de veículos seja maior que o crescimento habitacional no período de 4

anos, correspondente entre os anos de 2018 e 2022, houve um aumento percentual de habitantes e veículos semelhante ao aumento entre o período de 2016 e 2018, de apenas dois anos. Isso significa que as políticas de mobilidade urbana, como incentivo ao uso de transporte coletivo e formas de locomoção alternativas têm surgido efeito no município de Rio Verde.

As Tabelas 5, 6 e 7 abaixo traz partes do plano direto da câmara de Rio Verde – GO, no que diz respeito aos artigos 58, 59 e 61, respectivamente.

Tabela 4 – Artigo 58 do Plano Diretor da cidade de Rio Verde – GO.

Art. 58 - Constituem objetivos e diretrizes referentes ao sistema de transporte urbano:	
I.	priorizar o sistema de transporte de massa, planejando-o de forma a que este prevaleça sobre o transporte individual;
II.	compatibilizar as operações do sistema de transporte urbano com o Plano Diretor, observando as seguintes condições: a. acessibilidade aos centros de emprego, comércio, serviços e aos equipamentos urbanos de saúde, educação e lazer; i. b. redução das dificuldades de deslocamentos na cidade, promovendo novas interligações.
III.	implantar sistemas de transportes alternativos, motorizados e não motorizados;
IV.	priorizar a circulação de transportes de massa, assegurando fluidez, segurança e qualidade na malha viária.

Fonte: Câmara Rio Verde – GO, 2007.

Tabela 5 - Artigo 59 do Plano Diretor da cidade de Rio Verde – GO.

Art. 59 - O transporte coletivo, modalidade preferencial de deslocamento motorizado do Município, deve ser organizado, planejado e implementado, via Sistema de Planejamento Municipal mediante as seguintes diretrizes gerais:	
I.	planejamento e implementação de soluções para o transporte coletivo que ampliem a mobilidade da população por modos coletivos;

II.	garantia de prerrogativas e atribuições do Município no modelo de gestão unificada do serviço de transporte coletivo, mediante a sua participação nas instâncias deliberativas e executivas do transporte coletivo;
III.	adoção de soluções para a infra-estrutura viária que garanta prioridade e primazia na circulação do transporte coletivo sobre o transporte individual;
IV.	promoção de ações que permitam universalizar o serviço de transporte coletivo, considerando as necessidades específicas dos usuários, contribuindo para a mobilidade sustentável.

Fonte: Câmara Rio Verde – GO, 2007.

Tabela 6 - Artigo 61 do Plano Diretor da cidade de Rio Verde – GO.

Art. 61 - A malha viária do Município de Rio Verde é parte fundamental da estrutura municipal e deverá ser planejada, reorganizada, construída e mantida como suporte para a circulação das pessoas, bens e mercadorias na cidade, de acordo com os princípios de mobilidade sustentável, atendendo as seguintes diretrizes:	
I.	implantação de sistema de controle de velocidade de veículos;
II.	planejamento e implantação de vias prioritárias de circulação, assegurando aplicação de controles que garantam a fluidez, a segurança e a qualidade de pavimentação;
III.	assegurar ao longo das vias perimetrais espaço de transbordo de cargas assim como áreas de estacionamento para o transporte de cargas;
IV.	adoção de medidas de liberação das vias urbanas de inconveniências como: poluição, desgaste excessivo do pavimento e da incompatibilidade dos veículos de grande porte na malha urbana;
V.	adoção de plano de monitoramento, regulação e controle da movimentação de cargas, mediante lei específica;
VI.	reconhecimento da importância do deslocamento de pedestres;
VII.	acessibilidade para as pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida;
VIII.	garantia de uma rede viária compatível com as diretrizes de uso e

ocupação do solo;
IX. integração territorial do Município;
X. integração e a articulação com a malha rodoviária estadual e federal;
XI. oferta de estrutura física, na forma de calçadas, passarelas, ciclovias, pistas de rolamento, canteiros, ilhas, viadutos, trincheiras, passagens subterrâneas e outros dispositivos viários, que proporcionem segurança, conforto e fluidez à circulação das pessoas e veículos;
XII. busca de soluções, na forma de modelos de parceria e captação de novas fontes de recursos, para o investimento na infraestrutura viária;
XIII. implementação das ações estratégicas que garantam na expansão da rede viária os princípios, diretrizes e prioridades da política urbana expressas nesta Lei;
XIV. prioridade, mediante soluções físicas adequadas, à circulação dos pedestres, ciclistas, veículos e do transporte coletivo;
XV. adoção e implementação de soluções viárias que traduzam as regras de acessibilidade universal, eliminando-se de forma concreta as barreiras arquitetônicas e urbanísticas do espaço urbano;
XVI. emprego de técnicas de engenharia e aplicação de materiais que resultem em soluções técnicas adequadas e econômicas ao Município.

Fonte: Câmara Rio Verde – GO, 2007.

4. METODOLOGIA

Este tópico abrange as formas utilizadas para o desenvolvimento da análise da mobilidade urbana em Rio Verde - GO, detalhando os diferentes tipos de veículos e meios de locomoções utilizados nesta cidade, bem como evidenciando a emissão de seus poluentes.

4.1. PESQUISA IBGE

A fim de caracterizar a mobilidade urbana da cidade de Rio Verde (GO), no que diz respeito a porcentagem de utilização de cada meio de transporte, acessou-se os dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), do levantamento realizada em 2022.

4.2. ESTUDO DE CASO: MOBILIDADE URBANA EM RIO VERDE

A fim de analisar os diferentes meios de transporte na cidade de Rio Verde – GO, realizou-se uma pesquisa, via formulário, utilizando a ferramenta Google Forms. Durante três dias, esta pesquisa foi aplicada em cidadãos de Rio Verde, de forma que a coleta das respostas do formulário tenha sido executada de forma imediata, através da abordagem das pessoas nas ruas. É importante ressaltar que a escolha das pessoas foi de forma aleatória e a pesquisa ocorreu no Shopping Buriti, Calçadão e Upa (Unidade de Pronto Atendimento).

A partir da pesquisa aplicada, foi possível colher materiais importantes para o estudo comparativo entre os diferentes tipos de mobilidade urbana, como eles estão distribuídos na cidade de Rio Verde e contrastar com os dados da pesquisa do IBGE realizada em 2022. Os dados obtidos foram organizados em tabelas a partir do *software* Excel.

4.3. CÁLCULO EMISSÃO DE CO₂ DE UM VEÍCULO A COMBUSTÃO E UM VEÍCULO ELÉTRICO

Para obter o resultado da emissão de CO₂ de um veículo a combustão por litro de gasolina, foi utilizado o fator de consumo de 2,28 kg de CO₂ por litro de gasolina, seguindo a referência do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Por fim, para calcular a emissão de CO₂ por litro de gasolina na cidade de Rio Verde, utilizou as seguintes equações.

$$\frac{\Delta S}{Q} = V \quad (1)$$

ΔS = Distância percorrida (km)

Q = Consumo (km/l)

V = Volume de gasolina (l)

$$V * F = M \quad (2)$$

V = Volume (l)

F = Fator de emissão (kg/l)

M = Massa de CO₂ (kg)

Para o cálculo da emissão de CO₂ de um veículo elétrico considerou-se a intensidade de carbono de 0,3kg de CO₂/kWh, seguindo a referência da empresa ECOBRAZ para o Brasil. Assim, para calcular a emissão de CO₂ de um carro elétrico na cidade de Rio Verde, utilizou as seguintes equações.

$$E * I = F \quad (3)$$

E = Eficiência da bateria (kwh/km)

I = Intensidade de carbono (CO₂/kwh)

F = Fator de emissão (CO₂/km)

$$F * \Delta S = M \quad (4)$$

F = Fator de emissão (CO₂/km)

ΔS = Distância percorrida (km)

M = Massa de CO₂

4.4. PESQUISA DE MOBILIDADE URBANA APLICADA EM RIO VERDE - GO

O formulário aplicado nos cidadãos rio-verdenses teve duração de 3 dias, em dezembro de 2022, totalizando 102 pessoas entrevistadas. A pesquisa apresentou três perguntas, as quais foram:

- Qual a sua faixa etária?
- Qual meio de transporte você utiliza para se locomover na cidade?
- Você gostaria de utilizar outro meio de transporte? Se sim, qual? Se não, por quê?

4.5. PROPOSTA DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

A proposta de mobilidade urbana sustentável foi realizada através da análise dos dados obtidos neste trabalho, concentrando-se em alternativas que forneçam uma integração de transporte eficiente, ágil e limpa.

Além disso, utilizou-se também o plano diretor de mobilidade do município, evidenciando as principais preocupações e expectativas de mobilidade por parte das autoridades para com o futuro de Rio Verde.

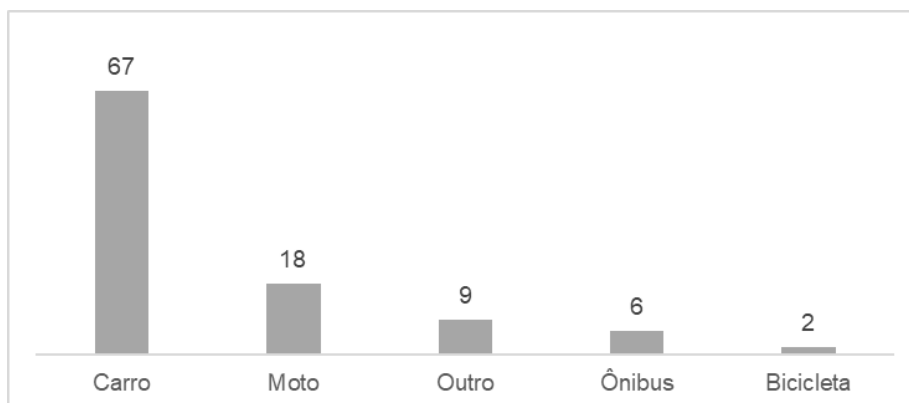
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, acerca da análise da mobilidade urbana de Rio Verde, pesquisa literária e formulário aplicado aos cidadãos rio-verdenses serão apresentados nesse capítulo, bem como a proposta de um plano de mobilidade urbana sustentável para o município.

5.1. PESQUISA DE MOBILIDADE URBANA APLICADA EM RIO VERDE - GO

Os dados coletados estão presentes na Figura 2 e 3 a seguir.

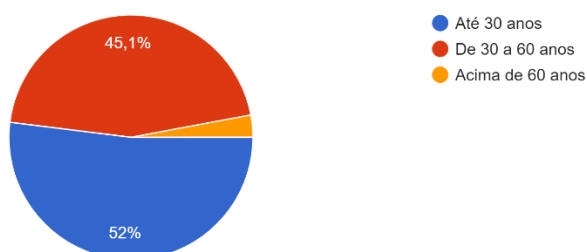
Figura 2 – Dados da pesquisa aplicada aos cidadãos de Rio Verde – GO.



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 – Dados da pesquisa aplicada aos cidadãos de Rio Verde – GO.

Qual a sua faixa etária?
102 respostas



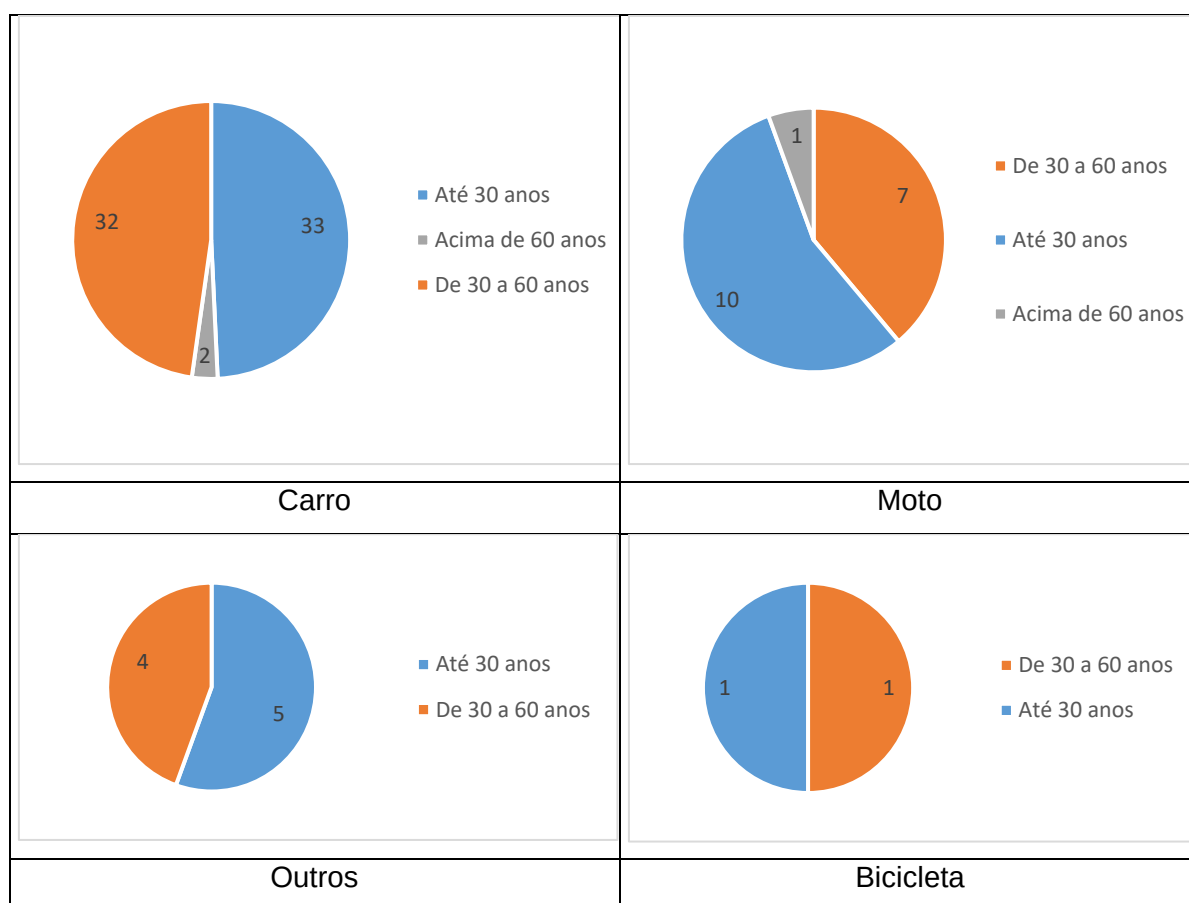
Fonte: Próprio autor.

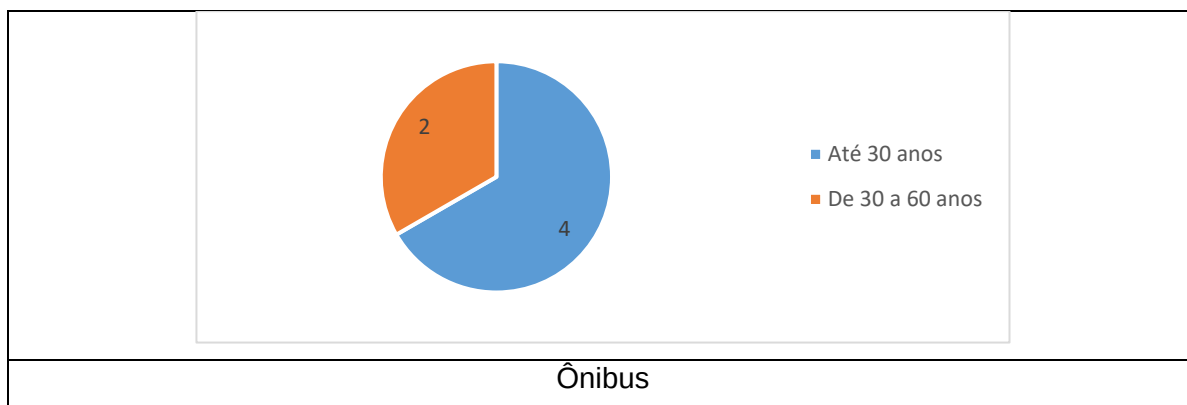
Nota-se que em conformidade com o CENSO IBGE (2022), a quantidade de pessoas que utilizam carro para se locomoverem, dentro da amostra da pesquisa realizada, corresponde à maioria do total, ou seja, cerca de 65%. O desvio associado entre o CENSO IBGE (2022) e a pesquisa realizada neste trabalho está associado ao espaço amostral, que foi de 102 pessoas, sendo 53 pessoas até 30 anos, 46 pessoas de 30 a 60 anos e 3 pessoas acima dos 60 anos.

Com base nos números apresentados, em que 65% representam carros e 18% motos, infere-se que a cidade enfrenta desafios significativos relacionados à alta concentração de veículos motorizados. Os elevados percentuais de carros e motos contribuem diretamente para a emissão de gases poluentes, como monóxido de carbono.

A distribuição por faixa etária acerca da pesquisa realizada encontra-se na Tabela 4.

Tabela 7 – Distribuição de tipos de transporte por faixa etária em Rio Verde – GO.





Fonte: Próprio Autor.

Analisando a Tabela 4, nota-se que as pessoas que utilizam carro como meio de locomoção estão distribuídas principalmente entre 18 e 60 anos, assim como aquelas que utilizam motos. Do total de pessoas entrevistadas, apenas 2 pessoas utilizam bicicleta para se locomover, sendo uma delas na faixa de 30 a 60 anos e outra com menos de 30 anos. Sobre as pessoas que utilizam ônibus, a maioria tem menos de 30 anos, representando 4 pessoas.

A respeito da pergunta sobre a preferência de utilização de outro meio de transporte, as respostas dividiram-se entre àqueles que preferem a comodidade, conforto e facilidade do carro e outras que gostariam de utilizar outro meio de transporte, como por exemplo ônibus, desde que este seja mais ágil e eficiente do que atualmente.

5.2.COMPARATIVO DA EMISSÃO DE CO₂ DE UM VEÍCULO A COMBUSTÃO PARA UM VEÍCULO ELÉTRICO NA CIDADE DE RIO VERDE – GO

Este tópico trata-se de um estudo comparativo entre a liberação de gás carbônico entre um veículo a combustão versus um veículo elétrico.

Para fins de cálculo, adotou-se um consumo médio de 13 km/L dentro da cidade de Rio Verde. Esse valor foi adotado com referência aos 10 veículos mais vendidos no Brasil e seus respectivos consumos segundo a REVISTA CARRO, obtendo a média. A distância utilizada para esta análise foi a distância na vertical da cidade, ligando seus extremos, de 13,28 km, conforme Figura 3.

Figura 4 - Distância dos extremos da cidade de Rio Verde – GO.



Fonte: Próprio Autor (GOOGLE EARTH, 2023).

Ao aplicar as equações 1 e 2 citadas na metodologia, chegou ao valor de 2,40kg de CO₂ para um veículo a combustão. Logo, indica que a cada 13,28 km rodados com veículos de combustão em Rio Verde, há a emissão de 2,40 kg de CO₂.

Para o veículo elétrico equipado com uma bateria de 0,015 kwh/km, com o uso das equações 3 e 4, obteve o valor de emissão 0,06kg de CO₂. Desse modo indica que a cada 13,28 km, há a emissão de 0,06 kg de CO₂ para carros elétricos.

Com os cálculos apresentados, conclui-se que a liberação de CO₂ de um veículo elétrico, para a cidade de Rio Verde, é cerca de 40 vezes menor que de um veículo a combustão.

6. PROPOSTA DE MOBILIDADE URBANA PARA A CIDADE DE RIO VERDE - GO

Após analisar o plano diretor da cidade de Rio Verde – GO, nota-se uma percepção das autoridades responsáveis pela mobilidade urbana em relação a preferência da população sobre automóveis, entretanto, notando sua pretensão de migrar para o transporte coletivo. Assim, no plano diretor está descrito a prioridade do transporte coletivo frente aos demais, com o objetivo de seguir melhorando e incentivando mais pessoas a utilizá-lo. Além disso, o plano diretor indica sua preocupação com práticas sustentáveis para a mobilidade urbana de Rio Verde.

Conforme Tabela 6, o plano diretor também apresenta medidas com a qualidade dos pavimentos, segurança e vagas para estacionamento, visando a melhoria para as condições de trânsito daqueles que utilizam o automóvel como meio de transporte, uma vez que constituem a maioria da população.

Uma proposta para a mobilidade urbana, que não está clara no plano diretor e tendo em vista que a cidade possui boa incidência solar durante o ano todo, seria a adequação da cidade para o transporte elétrico, ou seja, uma política de criação de incentivos para a população adquirir e utilizar automóveis elétricos, os quais degradam menos o meio ambiente, ao passo que criem incentivos políticos e fiscais para empresas desse ramo se instalarem na cidade, como postos de combustíveis para carros elétricos. Por conseguinte, a prefeitura pode adquirir ônibus elétricos para compor o transporte coletivo da cidade.

Além da análise de implantação do transporte elétrico, a cidade de Rio Verde – GO deve se preocupar com a melhoria contínua e aprimoramento dos meios de transportes vigentes. Como escopo deste trabalho, seguem algumas propostas:

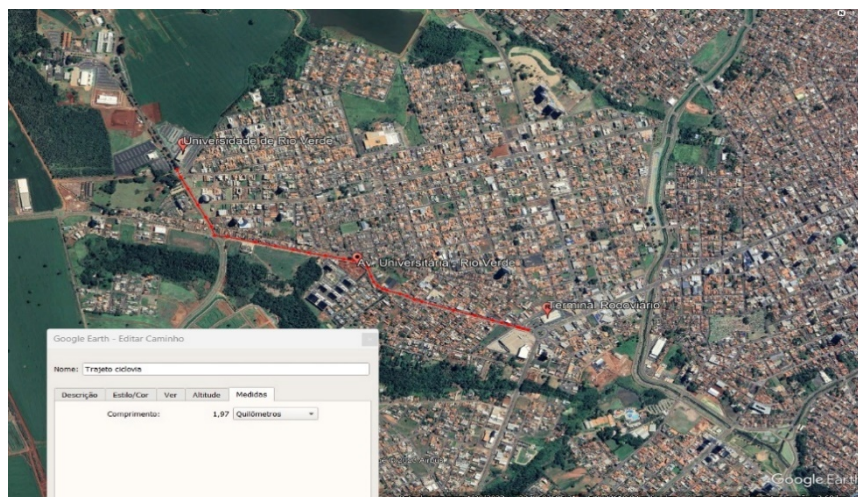
- Ônibus: para o transporte coletivo, a fim de deixá-lo mais ágil e eficaz, sugere-se que a prefeitura adote faixas exclusivas para ônibus nas avenidas e ruas mais importantes e movimentadas da cidade, o que influenciaria diretamente na sua velocidade, tornando-os mais atrativos quando em comparação com carros. Dessa forma, a população adepta ao automóvel, ao perceber que em determinado

trajeto apresenta velocidade inferior ao ônibus, poderá considerar sua locomoção via transporte público. Além disso, como adotado em diferentes cidades, Rio Verde poderia estabelecer um pedágio urbano para carros que transitam no centro da cidade em horário comercial, de forma que a taxa recolhida seja destinada à manutenção do transporte coletivo e no incentivo para redução da tarifa. Consequentemente, o número de usuários de transporte coletivo subirá ao par que o de automóvel diminuirá.

- A pé: promover a mobilidade a pé nas cidades não apenas torna o ambiente urbano mais saudável, mas também reduz a poluição do ar, o congestionamento e melhora a qualidade de vida dos moradores. No entanto, no caso de Rio Verde observou-se dificuldade em promover essa mobilidade, visto que a cidade apresenta elevada temperatura ambiente na maior parte do ano e, tratando-se de uma cidade com grandes extensões, as distâncias a serem percorridas são longas. Ou seja, uma proposta seria melhorar o acesso ao transporte público para facilitar a integração entre caminhada e transporte coletivo, permitindo que as pessoas caminhem até estações e paradas. Outro ponto a se considerar, é o incentivo do uso de bicicletas na cidade, pois muitas vezes isso também complementa o transporte a pé.
- Bicicleta: na cidade de Rio Verde ainda não existem ciclovias, logo, para que o uso de bicicletas aumente de forma considerável, é fundamental que exista uma rede de ciclovias na cidade. Em um primeiro momento, a sugestão seria a instalação de uma ciclovia da Rodoviária à Universidade de Rio Verde, a fim de auxiliar a locomoção dos universitários até a faculdade, além da melhoria ao acesso dos moradores até o terminal de ônibus e completar o trajeto, em um sistema integrativo de transporte. Uma opção para a instalação da ciclovia apresenta-se na Figura 4, totalizando aproximadamente 2 km de trajeto.
- Automóvel: como já abordado anteriormente, o ideal para a saúde do meio ambiente e da população seria a adoção, ainda que

gradual, de automóveis elétricos, uma vez que a emissão de gás carbono por veículos de combustão é 40 vezes maior que os elétricos, conforme demonstrado em cálculos apresentados neste trabalho.

Figura 5 - Local de instalação da ciclovias para a cidade de Rio Verde – GO.



Fonte: Próprio autor (GOOGLE EARTH, 2023).

7. CONCLUSÃO

A análise da mobilidade urbana em Rio Verde – GO, revelou que a maioria dos residentes utiliza carro (65%) ou motos (18%) como meio de transporte, destacando a urgência de políticas sustentáveis devido a emissões de poluentes associadas aos veículos motorizados. A pesquisa bibliográfica enfatizou a importância do planejamento urbano sustentável, propondo incentivos para modos de transporte limpos, como bicicletas e veículos elétricos. O Censo IBGE 2022 indicou que carros constituem mais da metade dos veículos, enquanto a moto representa cerca de 30%, com um crescimento mais rápido que a população nos últimos anos. A análise comparativa de emissões entre carros elétricos e a combustão destaca a necessidade de Rio Verde incentivar veículos elétricos. A proposta de mobilidade urbana alinha-se ao plano diretor da Câmara Municipal, com o acréscimo da adaptação da cidade ao transporte elétrico para mitigar impactos ambientais. Portanto, é possível concluir que Rio Verde tem oportunidades de avançar com medidas sustentáveis, como ciclovias, transporte público melhorado e investimentos na infraestrutura para promover uma mobilidade urbana mais consciente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

99. Transporte urbano: a importância da metodologia científica em sua análise. Disponível em: <https://medium.com/@paraondevamos/transporte-urbano-a-import%C3%A2ncia-da-metodologia-cient%C3%ADfica-em-sua-an%C3%A1lise-3c707982f5a8>. Acesso em: 21/10/2023.
- ARAÚJO, M.R.M. et al. Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. *Psicologia & Sociedade*, v. 23, p. 574-582, 2011.
- BARBIERI, J.C.; SILVA, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, v. 12, p. 51-82, 2011.
- BARCZAK, R.; DUARTE, F. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 4, p. 13-32, 2012.
- BOCALON, Guilherme Augusto Da Silva. Eletrificação da frota: a sustentabilidade dos carros elétricos. 15º Jornada Científica e Tecnológica e 12º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS, V. 14, N. 2, 2022.
- CÂMARA RIO VERDE. Lei Complementar N. 5.318/2007. Disponível em: <https://www.camararioverde.com.br/conteudos/fckfiles/files/plano%20diretor.pdf>. Acesso em 20/05/2023.
- CAMPOS, V.B.G. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. *Revista dos transportes públicos*, v. 2, n. 99-106, p. 4, 2006.
- CARVALHO, C.H.R. et al. A mobilidade urbana no Brasil. 2011.
- CARVALHO, C.H.R. Desafios da mobilidade urbana no Brasil. Texto para discussão, 2016.
- CARVALHO, C.H.R. Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões. 2016.
- CORREIA, A.M. et al. Estudo da exposição da população a poluentes do ar nos transportes em ambiente urbano: artigo de revisão. *Saúde & Tecnologia*, n. 25, p. 38-47, 2021.
- CENSO IBGE 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em 15/08/2023.

- EPOCA NEGOCIOS. Carro leva 30% das pessoas e respondem por 73% da poluição em São Paulo. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Vida/noticia/2017/05/epoca-negocios-carro-leva-30-das-pessoas-e-responde-por-73-da-poluicao-em-sao-paulo.html>. Acesso em 09/10/2023.
- FRAGOMENI, G. Planejamento e mobilidade urbana: uma breve análise da produção científica internacional. Revista dos Transportes Públicos-ANTP- Ano, v. 34, p. 2º, 2012.
- FREITAS, P.V.N. et al. Mobilidade urbana sustentável: problemas e soluções. Revista Científica ANAP S* auit, v. 8, n. 12, p. 01-17, 2015.
- FUJIWARA, M.Y. et al. Mobilidade urbana por meio da integração entre transporte coletivo e cicloviário. 2017.
- GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/about/>.
- HYDRO. Investimentos em carros elétricos contribuem para a redução das emissões de carbono. Disponível em: <https://www.hydro.com/pt-BR/imprensa/noticias/2023/investimentos-em-carros-eletricos-contribuem-para-a-reducao-das-emissoes-de-carbono/>. Acesso em 19/11/2023.
- IBGE. Frota de Veículos. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 19/11/2023.
- IEMA. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/>. Acesso em: 17/02/2023.
- LIMA, S.M.S.A.; LOPES, W.G.R.; FAÇANHA, A.C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 2019.
- MARINS, K.R.C.C; ROMÉRO, M.A. Integração de condicionantes de morfologia urbana no desenvolvimento de metodologia para planejamento energético urbano. Ambiente Construído, v. 12, p. 117-137, 2012.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários. Brasil, 2013.
- MOORHOUSE, J.; LAUFENBERG, K. Electric vehicles powering the future. The Pembina Institute Backgrounder, Sept. 2010.
- OLIVEIRA, B.S.; SILVA, L.V.O.; SOARES, B.R. Uma análise dos instrumentos urbanísticos do estatuto da cidade no plano diretor de Rio Verde – GO. Uberlândia: Caminhos de Geografia - revista online, 2012.

- PEREIRA, R.H.M. et al. Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil I: o uso do transporte coletivo e individual. 2021.
- RODRIGUES, L.F.V.; MAIA, A.G.; CARVALHO, C.S. Políticas públicas e mobilidade urbana sustentável: análise comparativa entre Groningen e Campinas. *Cadernos Metrópole*, v. 24, p. 1143-1161, 2022.
- SEABRA, L.O.; TACO, P.W.G.; DOMINGUEZ, E.M. Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano*, v. 35, p. 137-146, 2013.
- SILVA, M.A. et al. Métodos utilizados na Educação para o Trânsito no Município de Rio Verde–GO. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 65987-65996, 2020.
- TAVARES, E.M., AVELAR, K.E.S. Mobilidade urbana sustentável: a importância do uso do transporte compartilhado e o impacto ao meio ambiente. *Revista Augustus*, 59(32), 190-199. 2023.
- VASCONCELLOS, E.A.; CARVALHO, C.R.; PEREIRA, R.H.M. Transporte e mobilidade urbana. Texto para discussão, 2011.
- TERÁN, J.Á. Mobilidade urbana. 2015.
- XAVIER, G.N.A. O cicloativismo no Brasil e a produção da lei de política nacional de mobilidade urbana. Em tese, v. 3, n. 2, p. 122-145, 2007.