

Análise de Impacto de Emissão de CO₂ Entre a Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira e a Rua João Bettega na Cidade de Curitiba Paraná



Cesar Almeida Santos; José Carlos Gomes Filho; Larissa Fernanda Teixeira Pinto; Leandro Pereira dos Santos; Lucas Emilio Hoeltgebaum; Pamela Pereira de França; Washington Batista de Souza
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACEAR

RESUMO

O aumento da população mundial tem se tornado cada vez maior e mais rápido nos dias de hoje, acarretando ao planeta – especialmente ao meio ambiente – diversos tipos de problemas. Neste trabalho, abordamos especialmente um dos que trazem o maior dano ao meio ambiente: a emissão de gás carbônico – CO₂ por meio da queima de combustíveis fósseis. Existem diversas fontes de emissão desse gás para a atmosfera. Porém, a principal responsável por essa poluição é derivada do uso em grande escala de automóveis que utilizam esses tipos de combustíveis. Através de uma pesquisa de campo realizada em setembro de 2019, pudemos verificar o impacto que uma interseção defasada, localizada na cidade de Curitiba/PR, pode ocasionar à atmosfera. Concluímos que, se no lugar dessa interseção houvesse um viaduto que pudesse ligar as duas ruas estudadas, haveria uma redução de até 54,5% na emissão de CO₂ e diminuiria consideravelmente o tempo do trajeto.

Palavras-chave: Emissão de CO₂. Poluição. Automóveis.

ABSTRACT

The increase in the world population has become bigger and faster nowadays, which causes the planet – especially the environment – several kinds of problems. In this work, we address especially one of those that bring the greatest damage to the environment: the emission of carbon dioxide – CO₂ through the burning of fossil fuels. There are several sources of gas emissions to the atmosphere. However, the main cause of this pollution is derived from the large-scale use of automobiles that use these types of fuels. Through a field research carried out in September 2019, it was possible to verify the impact that an outdated intersection, located in the city of Curitiba/PR, can cause to the atmosphere. We conclude that if there was a viaduct in the place of this intersection that could connect the two studied streets, there would be an reduction of up to 54,5% of CO₂ emission and considerably shorten the journey time.

Key Words: CO₂ emission. Pollution. Automobiles.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana pode ser descrita como uma maneira utilizada pela população, para se deslocar dentro do espaço urbano. Porém, existem problemas acarretados ao uso do transporte individual motorizado, como engarrafamentos e acidentes, se não houver um bom planejamento da engenharia de tráfego no sistema viário urbano, pode inclusive contribuir com a diminuição ou com o aumento da emissão de CO₂ na atmosfera (BEZERRA, 2019).

Segundo Juppa (2010), os acidentes associados ao trânsito contribuem consideravelmente para os números de mortes ocorridas por causas não naturais no mundo. A Organização Mundial de Saúde efetuou um estudo onde aponta que acidentes de trânsito é uma das principais causas de morte de jovens entre os 10 e 24 anos, logo, a cada ano cerca de 2,6 milhões de pessoas dentro desta faixa etária morrem vítimas indireta ou direta de atos inseguros, ausência de sinalização, problemas com vias públicas ou até mesmo em interseções mal executadas.

Pode-se dizer que as interseções, são pontos de conflitos entre automóveis, pedestres e ciclistas e estão relacionadas ao encontro ou cruzamento de duas ou mais vias. Sua eficiência e segurança, dependem de um bom planejamento e um projeto adequado e correto, fazendo com que se tornem uma parte relevante para o sistema viário (AASHTO, 2001).

Segundo Vieira (2009) um ônibus que circula com 70 passageiros, tem equivalência a 50 carros, fazendo com que a poluição emitida seja bem menor quando comparada aos veículos individuais.

A atmosfera terrestre é composta por vários gases, mas destaca-se o gás carbônico (CO₂) que, é gerado principalmente através da queima de combustíveis fósseis. Com isso, por conta do aumento da emissão desse gás, a preocupação do campo científico tem crescido, devido ao estrago ocasionado no meio ambiente e para a população como um todo, pois é um dos maiores responsáveis pelo efeito estufa, interferindo diretamente no aquecimento global. A cada ano que passa, a emissão de CO₂ tem aumentado em média, 2,5%. Isso ocorre pelo efeito das atuações humanas que, cada vez mais tem consumido energia, água, combustíveis fósseis, além da produção de resíduos. (LOPES, SILVA, et all, 2017).

2. DESENVOLVIMENTO

O objetivo deste trabalho é verificar a quantidade de CO₂ que os veículos movidos por combustão, principalmente os movidos à gasolina, emitem na atmosfera na interseção da Avenida Juscelino Kubitscheck de Oliveira com a Rua João Bettega, onde existe uma

interseção defasada, que prolonga o trajeto dos usuários que precisam dirigir-se à Avenida das Araucárias no município de Araucária, onde será feita uma simulação se existir uma interseção reta no local.

A metodologia usada é montar um posto de contagem no local, para a contagem volumétrica dos veículos e após percorrer o trajeto com um veículo para determinar as médias de volume e de tempo de percurso, chegar a um valor de quilômetros rodados e no consumo de gasolina gasto no percurso, totalizando em um valor de emissão de CO₂ na atmosfera.

Segundo Locava (2014) no mundo inteiro há aumento da necessidade de intervenções para obter-se melhor qualidade do ar ambiente, principalmente nos centros urbanos.

De acordo com Escuciatto, Diziedzic e Vasconcelos (2016), a principal fonte de poluente nos centros urbanos são os veículos automotores.

São vários os fatores que influenciam a participação da modalidade na emissão de CO₂, podemos destacar a composição da matriz modal de deslocamentos nas cidades, principalmente o transporte individual motorizado. (CARVALHO, 2011)

Nas grandes cidades, a poluição por emissão de CO₂ tem aumentado cada vez mais devido a elevada densidade populacional, e conseqüentemente a isto uma maior quantidade de veículos automotores movidos a combustível inflamável circulando, aumenta mais ainda o problema de emissão. (CETESB, 2019)

O município de Araucária se divide em áreas urbanas, rurais e núcleos urbanos, com uma área territorial de 469,240 km². Já a população existente de acordo com o último censo de 2010 é de 119.123 pessoas. (IBGE, 2019)

Parte da população está concentrada na área urbana, sendo elas 110.205 pessoas e 8.918 nas áreas rurais, a população estimada em 2019 é de 143.843 habitantes. (IBGE, 2019)

De acordo com IBGE (2019), a cidade de Curitiba capital do estado do Paraná tem uma área territorial de 434,892 km². Sua população existente de acordo com o Censo de 2010 é de 1.751.907 pessoas, a população estimada para o ano de 2019 foi de 1.933.105 pessoas.

Segundo Castilho (2015) a região metropolitana de Curitiba (RMC) iniciou em 1973 onde era composta por 14 municípios que foi crescendo em seu entorno devido ao desmembramento de municípios que já era integrantes da RMC ou pela inclusão de municípios vizinhos, sendo assim desde 2011 são 29 municípios que pertencem a RMC como apresenta a seguir a FIGURA 1.

Segundo DNIT (2006, p.106), “O processo normal de coleta consiste em utilizar contadores manuais mecânicos presos em uma prancheta, na qual usa também a ficha de contagem volumétrica para transcrição dos dados.

De acordo com o manual de estudos de tráfego do DNIT (2006), o método do veículo-teste com cronômetro consiste em percorrer a rota analisada em um veículo-teste, dentro do qual vão um ou dois pesquisadores munidos de cronômetros.

No caso de veículos leves, o veículo-teste é um automóvel qualquer. A desvantagem principal do método é na amostra necessária, normalmente muito grande. Esta necessidade decorre do fato de que as características dinâmicas do tráfego, velocidade, volume e densidade variam acentuada e rapidamente nos horários de pico, fazendo com que sejam necessárias muitas medições concentradas para obter valores médios confiáveis.

Para a contagem volumétrica chega-se a uma quantia de veículos conforme mostra a TABELA 1.

TABELA 1 – CONTROLE VOLUME DE TRÁFEGO CURITIBA / ARAUCÁRIA

DATA	HORÁRIOS		VEÍCULOS			TOTAL
	INÍCIO	TÉRMINO	2 EIXOS	3 EIXOS	4 EIXOS	
02/09	07:20	08:20	602	7	0	609
02/09	08:20	09:20	335	11	3	349
02/09	09:20	10:20	276	14	5	295
02/09	10:20	11:20	261	9	0	270
02/09	11:20	12:20	313	9	0	322
02/09	14:30	15:30	326	8	2	336
02/09	15:30	16:30	334	10	3	347
02/09	16:30	17:30	396	9	6	411
02/09	17:30	18:30	519	1	0	520
TOTAL			3.362	78	19	3.459
MÉDIA			373,56	8,67	2,11	384,33

FONTE: Autores (2020)

A partir do tempo de trajeto cronometrado com o veículo-teste, obteve-se a média de duração do percurso dos três primeiros horários na parte da manhã e nos três da tarde, onde foram considerados como horário de pico conforme TABELA 2.

TABELA 2 – TEMPO DE PERCURSO CURITIBA / ARAUCÁRIA – 700M

	HORA	SINAL VERMELHO	ROTATÓRIA	TEMPO / MIN.
CURITIBA / ARAUCÁRIA	07:18	1	0	03:51
	07:30	1	0	04:23
	07:55	1	0	02:55
	13:17	1	0	02:46
	13:28	1	0	03:35
	13:38	1	0	02:35
	17:20	1	0	03:27
	17:40	1	0	03:38
	17:59	1	0	02:46

FONTE: Autores (2020)

Mesmo sabendo que a queima do petróleo pelos veículos com motores de combustão interna, é prejudicial ao meio ambiente e responsável pela atenuação dos territórios de petróleo, os combustíveis fósseis ainda são utilizados em grande escala pelo mundo inteiro. (MARTINS, 2006).

Sendo um dos principais produtos decorrentes do petróleo, fabricada através de refino, a gasolina é um dos combustíveis mais consumidos no Brasil, ficando atrás somente do óleo diesel. É derivada por mais de 400 agregados diferentes, sendo que o produto final, dependerá da originalidade do petróleo e da forma como foi produzida. Além dos hidrocarbonetos presentes em sua composição, este combustível contém pequenos acúmulos de poluentes tóxicos naturais, como enxofre, oxigênio, benzeno, metais e nitrogênio. (CARVALHO; DANTAS FILHO 2013).

Segundo a ANP (2016), existem dois tipos de gasolinas vendidas no país, são elas: Gasolina A e Gasolina C:

- Gasolina tipo A: não possui adição de etanol e é comercializada pelos originadores e importadores;
- Gasolina tipo C: é a gasolina comercializada nos postos de combustíveis. Nela, é adicionado etanol anidro combustível pelos distribuidores, que em seguida é vendida aos postos e finalmente ao consumidor final.

Ainda de acordo com a ANP (2016), além dessas citadas acima, existe a gasolina aditivada. Que nada mais é do que a gasolina C (comum) com adição de

aditivos com características detergentes, que contribuem na limpeza do sistema de alimentação do automóvel.

A busca por opções de combustíveis menos agressivos ao meio ambiente e à atmosfera tem crescido cada vez mais e o biodiesel é uma delas, pois possui inúmeras vantagens. Uma delas é o fato de emitir níveis menores de CO₂ e SO₂, ser derivado de fontes renováveis, além de ser biodegradável. (HIRAI, 2009).

Segundo o Ipam (2007) o protocolo de Quioto, mais conhecido como crédito de carbono, surgiu em 1997, em Quioto, no Japão, no decorrer de uma reunião, onde foram tratados assuntos relacionados ao efeito estufa. Neste encontro, ficou estabelecido que os países precisavam ter maior comprometimento com o meio ambiente, se preocupando em reduzir as emissões de gases que prejudicassem a atmosfera.

Para Álvares Junior e Linke (2012), as emissões de gases do efeito estufa de fontes móveis, é calculada de forma mais satisfatória quando se leva em conta a quantidade de combustível queimado, teor de carbono e as emissões condizentes ao CO₂.

Segundo Manfrinato, Vidal e Brancalion (2016) para calcular a emissão de CO₂ em percurso real, analisa-se por exemplo a densidade da gasolina de 0,75 kg/ litro e o fator de conversão do combustível para a emissão de CO₂ que é 3,7. No Brasil deve ser descontado o volume do etanol inserido na gasolina que é entre 18% a 25%.

Os autores ressaltam que cada litro de gasolina tem 82% de gasolina pura, logo se obtém o resultado para quantia de emissão de CO₂ através da EQUAÇÃO 1.

Emissão de CO₂ / litro de combustível = quantidade de gasolina gasto no trajeto x porcentagem de gasolina pura x densidade da gasolina x fator de conversão do combustível para a emissão de CO₂ EQUAÇÃO (1)

O trajeto de percurso em análise tem setecentos metros de distância, com dois semáforos e uma rotatória, na análise de Curitiba à Araucária, conforme FIGURA 3.

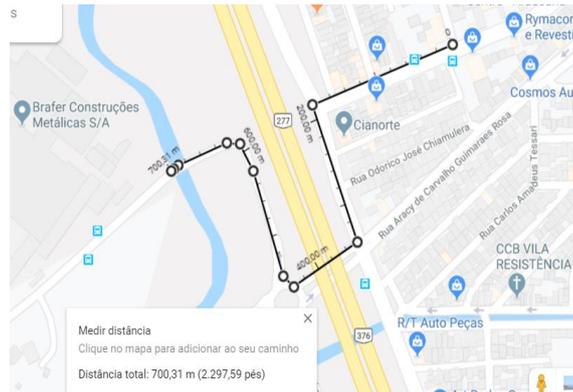


FIGURA 3: TRAJETO INTERSEÇÃO DEFASADA
 FONTE: AUTORES (2020)

A distância total percorrida de acordo com a média levantada de veículos, é a relação da quantidade média dos automóveis movidos à gasolina, com a distância total do percurso, como mostra a EQUAÇÃO 2. Para obter o resultado considerando a quantidade total de horas do horário de pico, utiliza a EQUAÇÃO 3. O resultado obtido neste cálculo, refere-se à quantidade real equivalente ao que esses veículos percorreriam.

$$337,47 \times 0,700 = 236,23 \quad \text{EQUAÇÃO (2)}$$

$$337,47 \times 0,700 \times 4 = 944,92 \text{ km} \quad \text{EQUAÇÃO (3)}$$

Para calcular a velocidade média do percurso, foi necessário fazer a transformação de minutos para horas, tempo este que, está relacionado ao período médio gasto para completar o percurso, conforme apresentado na EQUAÇÃO 4. Além disso, a distância total do trajeto, foi considerada em quilômetros, para obter um resultado de velocidade em km/h, como mostra a EQUAÇÃO 5 a seguir.

$$3,23 / 60 = 0,054 \quad \text{EQUAÇÃO (4)}$$

$$0,700 / 0,054 = 13 \text{ Km/h} \quad \text{EQUAÇÃO (5)}$$

Consumo de gasolina

Baseando-se na média de consumo de um veículo que percorre em uma via a uma velocidade de 80 km/h e gasta 10 Km/l de combustível, no percurso estudado, onde a velocidade média é de 13 km/h, o total gasto é dado nas EQUAÇÃO 6 abaixo.

$$\begin{array}{c}
 80 \swarrow \nearrow 10 \\
 13 \swarrow \nearrow x
 \end{array}
 \quad \text{Portanto: } 80 \times x = 130 \quad \longrightarrow \quad x = 130 / 80 = 1,625 \text{ l / Km} \quad \text{EQUAÇÃO (6)}$$

Portanto, tendo em vista que a distância total percorrida é de 236,23 quilômetros e que se gasta 1,625 l / km de gasolina, a quantidade total de litros de combustível consumido em 1 hora, é dada na EQUAÇÃO 7 a seguir. E para o consumo de gasolina considerando as quatro horas referente ao horário de pico é dada na EQUAÇÃO 8.

$$1,625 \times 236,23 = 383,87 \text{ l / Km / hora} \quad \text{EQUAÇÃO (7)}$$

$$1,625 \times 236,23 \times 4 = 1.535,50 \text{ l / Km / dia} \quad \text{EQUAÇÃO (8)}$$

Para calcular a emissão de CO₂, alguns fatores devem ser considerados: a densidade da gasolina e o fator de conversão do combustível para a emissão de CO₂. Além disso, como no Brasil é acrescentada uma quantidade de etanol que varia entre 18% a 25% da aplicação no combustível, esse volume deve ser desconsiderado para que se tenha a porcentagem de gasolina pura, onde será possível obter a quantidade total emitida do gás carbônico por litro de gasolina, como mostra a TABELA 3 abaixo.

TABELA 3 – DADOS PARA CÁLCULO EMISSÃO DE CO₂

DADOS	QUANTIDADE	UNIDADE
FATOR DE TRANSMISSÃO DE CO ₂	3,7	C / CO
DENSIDADE DA GASOLINA	0,75	KG / L
GASOLINA SEM A ADIÇÃO DE ETANOL	82	%

FONTE: Autores (2020)

Portanto, para obter a quantidade de CO₂ emitida para 1 (um) litro de gasolina, utiliza-se a seguinte EQUAÇÃO 1.

$$\text{Emissão de CO}_2 \text{ / litro de combustível} = \text{quantidade de gasolina gasto no trajeto} \times \text{porcentagem de gasolina pura} \times \text{densidade da gasolina} \times \text{fator de conversão do combustível para a emissão de CO}_2 \quad (1)$$

$$\text{Emissão de CO}_2 \text{ / litro de gasolina} = 1 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7 = 2,27 \text{ kg CO}_2$$

Então, para encontrar a quantidade de gás carbônico emitida com 383,87 litros de gasolina, aplica-se a EQUAÇÃO 9 a seguir, e para obter o resultado considerando o período de pico que é de 1.535,50, utiliza a EQUAÇÃO 10 abaixo.

$$383,87 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7 = 873,50 \text{ Kg CO}_2 \quad \text{EQUAÇÃO (9)}$$

$$1.535,50 \times 0,82 \times 0,75 \times 3,7 = 3.494,03 \text{ Kg CO}_2 \quad \text{EQUAÇÃO (10)}$$

Já para obter o valor da emissão anual de CO₂, considerando 253 dias/ano, utilizou-se a EQUAÇÃO 11 a seguir para a quantidade em uma hora e a EQUAÇÃO 12 para o horário de pico.

$$873,50 \times 253 = 220.995,5 \text{ Kg CO}_2 \quad \text{EQUAÇÃO (11)}$$

$$3.494,03 \times 253 = 883.989,59 \text{ Kg CO}_2 \quad \text{EQUAÇÃO (12)}$$

Com isso, pode-se concluir que, no dia 02 de setembro de 2019, os veículos que transitaram pelo percurso estudado, ou seja, entraram na cidade de Araucária pela Avenida das Araucárias, no horário de pico, emitiram 3.494,03 Kg de CO₂. Contudo, ampliando a análise para uma quantidade anual de gás carbônico emitida, considerando as mesmas condições do dia em que foi realizado o levantamento, tem-se aproximadamente 883,9 toneladas de CO₂ lançados na atmosfera por ano pelo horário de pico e 220,9 toneladas por hora.

Com o intuito de analisar o impacto causado em um percurso que contém trechos defasados, foi considerado o mesmo trajeto com a interseção reta, ou seja, um percurso que daria acesso direto para a Avenida das Araucárias, pela Rua João Bettega, com uma distância total de aproximadamente 370 metros, como mostra a FIGURA 4 abaixo.



FIGURA 4: TRAJETO SEM A INTERSEÇÃO DEFASADA
FONTE: AUTORES (2020)

Para realizar os cálculos referente a simulação do trecho de Curitiba à Araucária, com interseção reta, foram considerados os dados apresentados na TABELA 4.

TABELA 4 – NOVAS VARIÁVEIS PARA OS CÁLCULOS

DADOS	QUANTIDADE	UNIDADE
VELOCIDADE MÉDIA	15	KM / H
DISTÂNCIA PERCORRIDA	0,370	KM
DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA PELA MÉDIA LEVANTADA DE VEÍCULOS	124,86	KM
MÉDIA DE TEMPO GASTO	01:71	MINUTOS
PORCENTAGEM DE VEÍCULOS MOVIDOS À GASOLINA	80	%
MÉDIA DE VEÍCULOS	421,83	UNID.
MÉDIA DE VEÍCULOS MOVIDOS À GASOLINA	337,47	UNID.

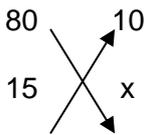
FONTE: Autores (2020)

A distância total percorrida de acordo com a média levantada de veículos, é a relação da quantidade média dos automóveis movidos à gasolina, com a distância total do novo percurso, de acordo com a EQUAÇÃO 13 abaixo, sendo que na EQUAÇÃO 14, considera-se além disso, as quatro horas referente ao horário de pico.

$$337,47 \times 0,370 = 124,86 \text{ km} \quad \text{EQUAÇÃO (13)}$$

$$337,47 \times 0,370 \times 4 = 499,45 \text{ km} \quad \text{EQUAÇÃO (14)}$$

Ao considerar as mesmas condições do trajeto original, no que diz respeito ao consumo médio de gasolina, tem-se um novo valor para o combustível consumido neste trajeto, como mostra a EQUAÇÃO 15.



Portanto: $80 \times x = 150 \rightarrow x = 150 / 80 = 1,875 \text{ l / Km}$ EQUAÇÃO (15)

Com isso, considerando um consumo de 1,875 l/km de gasolina neste novo percurso, ao percorrer a distância total relacionada ao volume médio de veículos, o gasto de combustível seria equivalente a 234,11 l/Km, conforme EQUAÇÃO 16 abaixo, e 936,45 l/Km durante o período de quatro horas do horário de pico, conforme EQUAÇÃO 17.

$$1,875 \times 124,86 = 234,11 \text{ l / Km} \quad \text{EQUAÇÃO (16)}$$

$$1,875 \times 4 \times 124,86 = 936,45 \text{ l / Km} \quad \text{EQUAÇÃO (17)}$$

Para análise e comparação dos resultados obtidos neste estudo, abaixo é apresentado um quadro resumo com os valores encontrados para cada trecho, como mostra a TABELA 5 abaixo.

TABELA 5 – QUADRO RESUMO

DADOS	PERCURSO REAL (HORÁRIO DE PICO)	PERCURSO SIMULADO (HORÁRIO DE PICO)	PERCURSO REAL (FORA DE HORÁRIO DE PICO)	PERCURSO SIMULADO (FORA DE HORÁRIO DE PICO)	UNIDADE
DISTÂNCIA DO TRAJETO	0,700	0,370	0,700	0,700	KM
VELOCIDADE MÉDIA	13	15	15,5	15,4	KM / H
DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA	236,23	124,86	173,23	91,57	KM
MÉDIA DE TEMPO DE PERCURSO	3,23	01:71	02:75	01:44	MINUTOS
MÉDIA VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS	421,83	421,83	309,33	309,33	UNID.
TOTAL DE VEÍCULOS MOVIDOS À GASOLINA	337,47	337,47	247,5	247,5	UNID.
CONSUMO TOTAL DE GASOLINA	383,87	234,11	334,33	175,8	L / KM
QUANTIDADE DE EMISSÃO DE CO ₂ AO ANO	220.995,50	134.778,16	192.474,81	101.207,59	T CO ₂ / ANO

FONTE: Autores (2020)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou caracterizar a influência direta dos automóveis no meio ambiente com a emissão de CO₂ com foco na interseção defasada na divisa da cidade de Curitiba com a cidade de Araucária, em relação aos impactos observáveis gerados dos automóveis naquela interseção, na qualidade do trânsito da região, considerando o período de 2019. O estudo permitiu conhecer de forma prática o processo de formulação de ideias para poder prever o cálculo de emissão de CO₂ gerado na região.

Após a realização de estudos de tráfego na região, foi possível identificar as consequências de emissão de poluentes na atmosfera, através do grande fluxo de automóveis movidos a combustíveis fósseis. Já no comparativo feito no trajeto entre uma interseção direta e a interseção defasada considerando um período diário de 19 horas sendo 4 horas para horários de picos e 15 horas para horários normais constatou-se que devido as características dessa interseção a desaceleração e o atraso no trajeto do percurso, obteve-se uma quantidade de cerca de 54,5 % ao ano menor de CO₂ na atmosfera, pelo simples fato de substituir o trajeto da interseção defasada pela interseção reta.

Outro aspecto interessante é que com a substituição da interseção defasada, a distância percorrida pelos usuários diminuiria cerca de 52,8 % o trajeto percorrido, gerando economia de tempo e combustível.

Segundo Tribunal de Justiça do Estado do Paraná (2020) para cada tonelada de gás carbônico emitido na atmosfera e necessário o plantio de 7,14 árvores para que o planeta não sofra danos causados por esta emissão. Com a interseção reta a emissão de

CO₂ menor em comparação com a interseção defasada, teria que ser feito plantio de cerca de 18 mil árvores para compensar esta emissão na atmosfera ao ano.

4. REFERÊNCIAS

ÁLVARES JUNIOR, Olimpio de Melo; LINKE, Renato Ricardo Antonio. METODOLOGIA SIMPLIFICADA DE CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DE FROTAS DE VEÍCULOS NO BRASIL. Gases Efeito Estufa. São Paulo, p. 1-12. 31 dez. 2012. Disponível em: https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/gases_efeito_estufa.pdf. Acesso em: 02 maio 2020.

ANAIS I ENCONTRO REGIONAL EM MODELAGEM E ANÁLISE COMPUTACIONAL DE SISTEMAS/VOL.I/NR.1/SETEMBRO 2004, 1., 2018, Goiás. IMPLEMENTANDO UM SIMULADOR DE TRÁFEGO URBANO PARA UMA INTERSEÇÃO COM SEMÁFOROS. Goiás: Departamento de Computação – Universidade Católica de Goiás - Ucg, 2018. 8 p. Disponível em: http://wsmartins.net/ermacs/trabalho_18.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

ANP. Gasolina. 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/perguntas/288-produtos-regulados-faq/gasolina-faq/3747-gasolina-faq>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ANP. Etanol. 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/perguntas/296-produtos-regulados-faq/etanol-faq/3749-etanol-faq>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BEZERRA, Juliana. **Mobilidade Urbana no Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

CASTILHO, André Luiz. **O CRESCIMENTO ECONÔMICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA E SEU DINAMISMO ENTRE 2000 E 2010**. 2015. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42901/MONOGRRAFIA03-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 mar. 2020.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/144634>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

CARVALHO, Fábio Israel M.; DANTAS FILHO, Heronides A.. ESTUDO DA QUALIDADE DA GASOLINA TIPO A E SUA COMPOSIÇÃO QUÍMICA EMPREGANDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS. Quim. Nova, Belém, v. 37, n. 1, p. 33-38, 01 nov. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v37n1/07.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de. **Relatório Plano de Ação**. 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/16528722-Prefeitura-municipal-de-curitiba-relatorio-plano-de-acao-ippuc.html>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de. Perfil da Cidade de Curitiba. 2020. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>. Acesso em: 23 maio 2020.

DNIT. MANUAL DE ESTUDOS DE TRÁFEGO. 2006. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/723_manual_estudos_trafego.pdf. Acesso em: 24 abr. 2020.

DNIT. **Determinação da composição de tráfego para o ano de 2006**. 2008. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/convenio-00562007-p1-f2-produto-4.pdf>. Acesso em: 03 set. 2019.

ENERGIA, Ministério de Minas e. MME avança na sustentabilidade e regulamenta o Crédito de Descarboxinação - Cbio. 2019. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/busca-portal-mme?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fweb%2Fguest%2Fbusca-portal-mme%3Fkeywords%3Dbento&_101_assetEntryId=830226&_101_type=content&_101_. Acesso em: 14 abr. 2020.

ESCUCIATTO, Edson; DZIEDZIC, Mauricio; VASCONCELOS, Elaine Carvalho de. **A influência da renovação de frota de veículos na qualidade do ar na região central de Curitiba**. 2016. Disponível em: E Escuciatto, M Dzedzic... - Revista Brasileira de ..., 2016 - rbciamb.com.br. Acesso em: 22 mar. 2020.

HIRAI, Edegar Yoshio. Estudo comparativo das emissões de aldeídos originados pelo veículo à Diesel com o uso de óleo Diesel comercial, Biodiesel e suas misturas. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-14012010-205804/publico/DISSERTACAO.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

IAP. Fontes de Poluição Atmosférica. 2018. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1415>. Acesso em: 01 abr. 2020.

IBGE. **População**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>. Acesso em: 02 nov. 2019.

IBGE. **CENSO**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/araucaria/panorama>. Acesso em: 20 out. 2019.

IBGE, Panorama. **População** 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/araucaria/panorama>. Acesso em: 19 out. 2019.

IBGE. População. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>. Acesso em: 24 maio 2020.

JUPPA, Guilherme. IDENTIFICAÇÃO DAS INTERSEÇÕES CRÍTICAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU NO ANO DE 2009 – PR – BRASIL. Roma Tre, Foz do Iguaçu, v. 3, n. 1, p. 1-11, ago. 2010. Disponível

em: https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/acidentes_em_Foz.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

LOCAVA, Carlos Ibsen Vianna. **Avaliação da qualidade do ar**. 2014. Disponível em: http://www.ambiental.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2014/08/Livro_TGA-EA-_cap_2__QUAL_AR.pdf. Acesso em: 21 mar. 2020.

LOPES, Breno Castro; GIUBERT, Heitor. **Aplicação nas técnicas de engenharia de tráfego para análise e melhoria de uma interseção semaforizada**. 2011. Disponível em: http://producao.ufes.br/sites/producao.ufes.br/files/field/anexo/2011_aplicacao_das_tecnicas_de_engenharia_de_trafego_para_analise_e_melhoria_de_uma_intersecao_semaforizada_>. Acesso em: 05 set. 2019.

MANFRINATO, Warwick; VIDAL, Edson; BRANCALION, Pedro. Como compensar suas emissões no dia a dia. 2016. Disponível em: http://esalqlastrop.com.br/capa.asp?pi=calculadora_emissoes. Acesso em: 12 maio 2020.

MARTINS, Jorge. Motores de combustão Interna. 2. ed. Porto: Publindústria, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/37341154/Motores_de_combust%C3%A3o_Interna_-_Jorge_Martins_2ED.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

MARTINS, Jorge. Motores de Combustão Interna. Guimarães: Publindústria, 2006. 437 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277060523_Motores_de_Combustao_Interna. Acesso em: 22 mar. 2020.

PETROBRÁS. COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL OBTIDO DA CANA-DE-AÇÚCAR. 2016. Disponível em: <http://www.br.com.br/pc/produtos-e-servicos/petrobrasgrid/etanol>. Acesso em: 16 abr. 2020.

TEMPO, O. Meio ambiente sofre com o aumento do uso da gasolina. 2012. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/economia/meio-ambiente-sofre-com-o-aumento-do-uso-da-gasolina-1.253157>. Acesso em: 16 abr. 2020

VIANA, Dandara. Programação semaforica: entenda como funciona. 2019. Disponível em: <http://www.guiadaengenharia.com/programacao-semaforo/>. Acesso em: 21 mar. 2020.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO PARANÁ. Gestão ambiental calculadora de CO₂. Disponível em: <http://www.tjbr.jus.br/web/gestao-calculadorco2>. Acesso em: 14 jul. 2020.